ARCHIV

FÜR

HYGIENE.

UNTER MITWIRKUNG VON

Prof. Dr. J. BOCKENDAHL, Kiel; Prof. Dr. O. BOLLINGER, München; Prof. Stabsarzt Dr. H. BUCHNER, München; Prof. Dr. R. EMMERICH, München; Prof. Dr. F. ERISMANN, Moskau; Geh. Rath Prof. Dr. C. FINKELNBURG, Bonn; Prof. Dr. J. v. FODOR, Budapest; Prof. Dr. M. GRUBER, Wien; Prof. Dr. A. HILGER, Erlangen; Prof. Dr. K. LEHMANN, Würzburg; Generalarzt Dr. J. PORT, Würzburg; Prof. Dr. F. RENK, Halle; Generalarzt Dr. W. ROTH, Dresden; Stabsarzt Dr. A. SCHUSTER, München; Prof. Dr. J. UFFELMANN, Rostock; Prof. Dr. G. WOLFFHÜGEL, Göttingen

HERAUSGEGEBEN

VON

J. FORSTER, FR. HOFMANN, M. v. PETTENKOFER, M. RUBNER,

O. Ö. PROFESSOREN DER HYGIENE UND DIRECTOREN DER HYGIENISCHEN INSTITUTE AN DEN UNIVERSITÄTEN ZU

AMSTERDAM LEIPZIG MÜNCHEN BERLIN.

VIERZEHNTER BAND.

MÜNCHEN UND LEIPZIG.

DRUCK UND VERLAG VON R. OLDENBOURG.

1892.

Inhalt.

Weitere Untersuchungen über die tryptischen Enzyme der Mikroorganismen.

Von

Dr. Claudio Fermi
aus Piacenza.

(Aus dem hygienischen Institut in München.)

Als Fortsetzung meiner vor ungefähr zwei Jahren erschienenen Arbeit: »Die Leim und Fibrin lösenden Fermente der Mikroorganismen«[1]) habe ich noch verschiedene andere Versuche angestellt, die ich hier in Kürze mittheile.

Gang der Untersuchungen:

I. Isolirung der proteolytischen Fermente.

II. Bestimmung des Temperaturgrades, bei welchem das proteolytische Enzym verschiedener Mikroorganismenarten zu Grunde geht.

III. Untersuchung, ob die obigen Enzyme dialysiren oder nicht.

IV. Einfluss der Kohlensäure, des Kohlenoxyds, Stickstoffs, Wasserstoffs, Schwefelwasserstoffs auf die Wirkung verschiedener Bacterien-Enzyme.

V. Wirkung dieser Enzyme auf Eiweisskörper.

VI. Wirkung dieser Enzyme, sowie des Trypsins, auf Gelatine und Fibrin in Gegenwart verschiedener mineralischer und organischer Säuren.

1) Archiv für Hygiene. Bd. X. Heft 1. — Giornale della R. Accademia di medicina. Anno 1890. Nr. 1—2.

VII. Untersuchung, ob es nicht einen Mikroorganismus gibt, der ein, wie das Pepsin in Gegenwart von HCl, fibrinlösendes Ferment bildet.

VIII. Untersuchung, ob die Bacterien, die kein proteolytisches Ferment bilden, im Stande sind, durch directe Einwirkung die Gelatine ungelatinirbar zu machen.

IX. Auf welchen Nährböden bilden die Mikroorganismen ihre Enzyme und auf welchen nicht?

X. Ist es möglich die Fermentabsonderung bei den Mikroben aufzuheben oder zu befördern?

XI. Untersuchung, ob ein Mikroorganismus an seiner äusseren Form erkennen lässt, dass er Ferment ausscheidet.

XII. Bedeutung der Bacterienfermente im Organismus.

Es sei gleich hier erwähnt, dass einige von diesen Fragen nur oberflächlich berührt wurden. Die weitere, eingehendere Untersuchung werde ich noch vornehmen und die erhaltenen Ergebnisse dann gelegentlich bekanntgeben.

Der Kürze halber werden nachfolgend die Versuche sammt ihren Resultaten in ganz schematischer Weise nach der oben angegebenen Uebersicht vorgeführt.

I. Isolirung der proteolytischen Fermente.

Die reine Isolirung der Enzyme ist noch nicht gelungen, und sie gehört zu den schwierigeren Aufgaben der physiologischen Chemie.

Wenn man von Isolirung der Fermente spricht, so versteht man speciell die Trennung der Enzyme von den gemischten Proteinkörpern.

Die Schwierigkeit der Isolirung rührt daher, dass die Enzyme und diese Proteinkörper einander sehr nahe stehende Stoffe sind, und sich den bis jetzt bekannten Fällungs- und Lösungsmitteln gegenüber gleich verhalten. Durch Alkohol werden beide gefällt, in Wasser oder Glycerin lösen sich beide dann mehr oder weniger

wieder. Gegen die bis jetzt bekannten Filter und bei der Dialyse verhalten sie sich ebenfalls gleich. Da wir auch keine sichere Reaction besitzen, um beide Körper von einander zu unterscheiden[1]), so können wir niemals den Beweis liefern, dass einem der sog. isolirten Fermente wirklich keine Spur von den vielen Proteinkörpern beigemischt ist.

Es wurde behauptet, dass durch langes Liegenlassen in absolutem Alkohol die Eiweisskörper im Gegensatz zu den Enzymen in Glycerin unlösbar werden; das ist aber, wie ich mich überzeugt habe, nicht immer der Fall.

Ich liess zu diesem Zwecke die Leber, Milz, Nieren, Muskeln, Hoden, Hirn und ausserdem zur Vergleichung auch das Pankreas und den Magen von einer Taube und einem Kaninchen (von jedem Organ 30 g fein zerschnitten) eine Woche lang in je 200 ccm absolutem Alkohol liegen. Nach Ablauf dieser Zeit wurde der Alkohol weggegossen und durch je 100 ccm Glycerin ersetzt. Nach 48 Stunden wurden die Glycerinauszüge filtrirt und mit absolutem Alkohol und Tannin auf Eiweiss untersucht. Ich erhielt dabei in allen Proben mehr oder weniger einen flockigen Niederschlag. Den stärksten gab der Pankreasauszug, dann folgten die Muskeln, die Leber, das Hirn, die Hoden. Durch lange Behandlung mit absolutem Alkohol behalten also auch einige Proteinkörper ihre Löslichkeit.

Wenn wir die Muskeln, Leber, Milz, Nieren in derselben Weise behandeln würden, wie es Wittich und Brücke mit dem Pankreas und dem Magen thaten, um das Trypsin und Pepsin zu isoliren, so würden wir sehr wahrscheinlich auch einen solchen Niederschlag erhalten.

Ich habe vor zwei Jahren den Versuch gemacht, die proteolytischen Enzyme einiger Mikroorganismen aus Gelatineculturen zu isoliren.

1) Die von Nussbaum (Jahresber. der Thierchemie. Bd. 6) gefundene Reaction, welche die Fermente gegen Ueberosminmsäure geben sollten, ist noch nirgends bestätigt worden. Im Gegentheil hat sie durch Grützner sogar eine Widerlegung gefunden.

Ich ging von den Gedanken aus, ob sich nicht, da die Gelatine mit ihren Zersetzungsproducten und die Fermente eine verschiedene Präcipitabilität haben könnten, ein Concentrationsgrad des Alkohols ausfindig machen liesse, der wohl die Gelatine, nicht aber die Fermente fällt.

Nach zahlreichen Versuchen fand ich für die verschiedenen Culturen den entsprechenden Verdünnungsgrad, der die Gelatine fast vollständig, die Fermente hingegen fast gar nicht fällt.

Aber auch in dieser Weise konnte eine wirkliche Isolirung der Fermente natürlich nicht bewerkstelligt werden. Zum mindesten kann der Beweis hiervon nicht geliefert werden.

Dies führte mich auf den Gedanken, zu untersuchen, ob es nicht Mikroorganismen gäbe, die ihre proteolytischen Enzyme auch auf eiweissfreiem Nährboden ausscheiden können, wie z. B. Nährsalze mit Zusatz irgend einer andern nährenden Substanz, die sich leicht von dem Fermente trennen lässt.

Nach mannigfachen Versuchen fand ich, dass Mikrococcus prodigiosus und Bacillus pyocyaneus auch auf Nährsalzen mit Zusatz von Glycerin ihr proteolytisches Ferment absondern.

Diese Culturen würden dann eine Flüssigkeit vorstellen, die theoretisch wenigstens nur enthält

a) die Bacterien,
b) das Ferment,
c) die Zersetzungsproducte[1]) der nährenden Substanz und
d) der Nährsalze.

Die Isolirung des Fermentes müsste daher auch auf folgende Weise leicht gelingen:

1. Man bereitet 2 bis 3 l einer Glycerinnährsalzcultur[2]) von Mikrococcus prodigiosus oder von Bacillus pyocyaneus.

1) Nach Fitz (Flügge, Die Mikroorganismen. S. 488) wird das Glycerin durch Bacillus pyocyaneus in Butter- und Bernsteinsäure und in Aethylalkohol zersetzt.

2) Die Glycerinnährsalzlösung wurde folgendermassen hergestellt:
1% Phosphorammonium,
0,1% saures phosphorsaures Kali,

2. Nach einer Woche[1]) filtrirt man die Flüssigkeit[2]) durch den Chamberland'schen Filter.

3. Man dampft das erhaltene Filtrat im Vacuum grösstentheils ab.

4. Man fügt die 8 bis 10fache Menge absoluten Alkohols hinzu und schlägt so das Ferment nieder.

5. Man filtrirt das Ferment ab, und wäscht es mit absolutem Alkohol gründlich auf dem Filtir aus.

6. Die noch beigemischten Salze werden durch Dialyse entfernt.

0,02% schwefelsaure Magnesia,
4 bis 5% Glycerin.
Das Ganze wird zum Sieden gebracht, filtrirt und sterilisirt.

1) Man nehme keine alten Culturen, denn es könnte freies Eiweiss aus den Bacterien entstehen, auch könnten sich die Fermente abschwächen.

2) Vor und nach dem Filtriren wäre es angezeigt, die quantitative proteolytische Wirksamkeit der Cultur zu bestimmen, um zu sehen, ob nicht durch das Filtriren etwas von dem Ferment verloren geht. Eine Methode, um die Gegenwart tryptischer Fermente nachzuweisen, findet man schon in meiner ersten, oben erwähnten Arbeit: »Die Leim und Fibrin lösenden Fermente etc.« und ausführlicher in einer späteren: »Die Leimgelatine als Reagens zum Nachweis tryptischer Enzyme«. Archiv f. Hygiene. Bd. XII. S. 240.

Das Verfahren ist in Kürze folgendes: Man nimmt Reagenzgläser von 5 bis 20 ccm, die 5 bis 7% starre Carbolgelatine enthalten, und giesst einige Cubikcentimeter der auf Ferment zu prüfenden Flüssigkeit, welcher 0,5 bis 1,0% Carbolsäure zugesetzt sind, dazu. Ist ein Ferment vorhanden, so wird die Gelatine in regelmässigen, messbaren Schichten gelöst. Auf diese Weise verfährt man, wenn man bloss wissen will, ob in der Flüssigkeit überhaupt ein Ferment enthalten ist. Um aber dann ungefähr die Wirksamkeit der Fermentlösung quantitativ zu bestimmen, muss man auf folgendes sehen:

1. Man muss ganz gleiche Gelatinegläser anwenden, Reagenzgläser von gleichem Durchmesser mit identischer Gelatinlösung und zu gleicher Zeit gefüllt. Sie müssen auch am gleichen Orte aufbewahrt werden.

2. Es muss die gleiche Menge der fermenthaltigen Flüssigkeit unter einander verglichen werden.

3. Die Flüssigkeiten müssen vor dem Versuche filtrirt werden.

4. Den Proben muss man stets die gleiche Menge desselben Antisepticums beimengen.

5. Die Proben müssen stets beisammen bei gleicher Temperatur gehalten werden.

6. Dieselben dürfen nicht geschüttelt werden, oder alle gleichmässig.

Auf diese Weise könnte man, wenigstens theoretisch, das isolirte Ferment rein erhalten. Allein auch hier ist eine Möglichkeit vorhanden, welche die Sache erschweren könnte, nämlich dass die Bacterien entweder durch ihr Absterben und ihren Zerfall oder durch wirkliche Ausscheidung [1]) freie Proteinkörper in der Cultur liefern würden.

Um dies zu entscheiden, wurde in folgender Weise verfahren:

Es wurden Culturen von Mikrococcus prodigiosus und Bacillus pyocyaneus auf Glycerin-, und ebendieselben auf Zucker-Nährsalzen, (1 Woche alt) durch den Chamberland'schen Filter filtrirt, die Filtrate von ungefähr 500 ccm auf 50 ccm abgedampft, mit der 8 bis 10fachen Menge absolutem Alkohol behandelt, worauf ein weisser Niederschlag entstand. Bei Zusatz von Salpetersäure löste sich der Niederschlag in allen Proben vollständig auf (Salze), aber in den Filtraten der Nährsalzglycerinculturen, die Ferment enthielten, entstand nach 24 Stunden ein anderer merklicher flockiger Niederschlag, welcher sich als ein Proteinkörper erwies. Die Filtrate der Culturen auf Zucker dagegen gaben bloss einen ganz minimalen Niederschlag.

Auch filtrirte Nährsalzglycerinculturen von Bacillus pyogenes foetidus, der kein Ferment bildet, gaben, in derselben Weise behandelt, keinen Niederschlag.

Also eine Ausscheidung von Eiweisskörpern ausser der Enzyme von Seite des Mikrococcus prodigiosus, Bacillus pyocyaneus und Bacillus pyogenes foetidus wurde nicht bewiesen.

Um andererseits zu unterscheiden, ob diese Bacterien zerfallen und so Proteinkörper liefern können, wurde in folgender Weise verfahren:

Es wurden frische Agarculturen von Mikrococcus prodigiosus, Bacillus pyocyaneus und Bacillus pyogenes foetidus bereitet und der Bacterienbelag dann in fünf verschiedene Reagenzgläser, welche destillirtes Wasser, Kalilauge 1‰, Carbolsäure 0,5%,

1) Nach Nägeli (Theorie der Gärung. 1879. S. 92 u. 93) sollen die Hefen während des Gärungsprocesses Eiweiss ausscheiden.

Essigsäure 1%, Sublimat 1‰ enthielten, vertheilt und in den Thermostat gestellt.

Nach 1 Woche wurden nun diese Mikroben mikroskopisch untersucht, aber nirgends die Spur eines Zerfalles wahrgenommen.

Abgestorbene Mikroben können also Wochen lang in feuchtem Zustande bei 37° C. stehen, ohne dass Zerfall eintritt.

Wenn nun aber auch auf diesem Wege die reine Isolirung nicht ganz glatt vor sich geht, so ist man ihr doch schon ziemlich nahe. Um dieses Ziel wirklich zu erreichen, müsste man vorher genau erforschen:

1. ob die Mikroben wirklich keine Proteinkörper liefern,
2. bei welchem Alter der Culturen die grösste Fermentmenge abgesondert wird,
3. nach welcher Zeit die Fermente in den Culturen abgeschwächt werden.

II. Bestimmung des Temperaturgrades für verschiedene proteolytische Pilzfermente, bei dem sie zu Grunde gehen.

Die Untersuchungen wurden so ausgeführt, dass ich Gelatineculturen der verschiedenen Bacterienarten bereitete und, wenn die Gelatine ganz verflüssigt war, einige derselben 1 Stunde lang auf 50°, 55°, 60°, 65°, 70° C. erwärmte, und hierauf die so erhitzten Fermentlösungen in der schon beschriebenen Weise auf ihre Wirksamkeit mittelst der Gelatinemethode prüfte.

In meiner früher erwähnten Arbeit habe ich bereits die Temperaturgrade, bei denen die Fermente einiger Bacterienarten zu Grunde gehen, wie folgt angegeben.

Proteolytisches Ferment von

B. Finckler-Prior B. Anthracis Koch's Vibrio	bei 65 und 70° C.
M. prodigiosus	» 50 bis 55° C.
B. pyocyaneus	» 55 und 60° C.

Auf gleiche Weise untersuchte ich den Temperaturgrad, bei welchem das proteolytische Enzym anderer Mikroorganismenarten zu Grunde geht. In folgender Tabelle sind die Resultate zusammengestellt.

Namen der Mikroorganismen	1 Stunde auf 55° C. erhitzt		1 Stunde auf 60° C. erhitzt		1 Stunde auf 65° C. erhitzt		1 Stunde auf 70° C. erhitzt		Controle nicht erhitzt,
	nach 1 Woche	nach 2 Woch.	nach 1 Woche	nach 2 Woch.	nach 1 Woche	nach 2 Woch.	nach 1 Woche	nach 2 Woch.	nach 1 Woche
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
B. Milleri . .	10	14	4	7	0	0	0	0	11
Trychophyton tons.. . . .	14	18	8	12	4	6	0	0	15
Bac. des Kieler Hafens . . .	2	4	2	4	4	5	0	0	5
Käsespirillen .	6	8	9	12	6	7,5	0	0	9
Heubacillus .	3	5	0	0	0	0	0	0	4
Sarcina aurantiaca	1	3	0	0	0	0	0	0	3
M. ascoformis .	0	0	0	0	0	0	0	0	2
B. Megaterium	3	6	0	0	0	0	0	0	6
B. ramosus. .	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Staphylococcus pyog. aureus .	0	0	0	0	0	0	0	0	1
B. fluorescens .	4	6	0	0	0	0	0	0	5
Buttersäurebacillus. . .	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Schimmelpilze.	0	0	0	0	0	0	0	0	7

Aus dieser Tabelle ersieht man folgendes:

1. das proteolytische Ferment von

    Trychophyton tons.
    Bacillus des Kieler Hafens
    Käsespirillen

    geht zwischen 65 und 70° C. zu Grunde;

2. das proteolytische Ferment von

    Bacillus Milleri

    zwischen 60 und 65° C.;

3. das proteolytische Ferment von

Heubacillus
Sarcina aurantiaca
Bacillus fluorescens
Bacillus Megaterium

zwischen 55 und 60° C.;

4. endlich das proteolytische Ferment von

Mikrococcus ascoformis
Bacillus ramosus
Staphylococcus pyogenes aureus
Buttersäurebacillus
Schimmelpilzen

schon vor 55° C.

Mit den früheren sind also im Ganzen 18 Pilzfermente untersucht worden.

Von diesen 18 proteolytischen Pilzfermenten nun verlieren ihre Wirkung

6	bei	einer	Temperatur	vor 55° C.			
5	»	»	»	zwischen	55	und	60° C.
1	»	»	»	»	60	»	65° C.
6	»	»	»	»	65	»	70° C.

Alle untersuchten Fermente gehen also, übereinstimmend mit dem Pepsin, Trypsin, Ptyalin und allen anderen bekannten Fermenten bei einer Temperatur von 70° C. zu Grunde.

Aus alledem ersieht man, dass die Fermente sich in gewisser Hinsicht von einander unterscheiden. Jeder Mikroorganismus scheidet sein besonderes proteolytisches Enzym aus; eine Beziehung zwischen dem Widerstande des Fermentes gegen die Erhitzung und der Widerstandsfähigkeit des Mikroorganismus, welchem das Ferment angehört, ist nicht zu constatiren.

In der That sind M. prodigiosus
B. pyocyaneus
B. fluorescens
B. Megaterium
B. ramosus
Sarcina aurantiaca
Staph. pyog. aur.
die Schimmelpilze etc.

viel weniger empfindlich als Koch's Vibrio, B. Finckler-Prior, Käsespirillen, B. Milleri, und doch sind die proteolytischen Fermente der ersteren viel empfindlicher gegen die Temperatur als die Fermente der letzteren.

Die Fermente der Vibrionen sind am widerstandfähigsten gegen Erhitzung. Eine directe Beziehung zwischen der Energie des Fermentes und seiner Widerstandfähigkeit gegen Erhitzen ist auch nicht bemerkbar.

Wir haben nämlich schon gesehen, dass die Fermente von
Käsespirillen
B. Finckler-Prior
B. Milleri
Trychophyt. tons.

sehr wirksam und dabei sehr resistent gegen Erhitzung, dass aber die Fermente von
Koch's Vibrio
B. des Kieler Hafens
B. Anthracis

resistent, aber von relativ schwacher Wirkung, und endlich die Fermente von
M. prodigiosus
B. pyocyaneus

wenig resistent und doch sehr energisch sind.

Die Fermente dagegen von
B. Megaterium
B. ramosus

Sarcina aurant.
Staph. pyog. aur.
Buttersänrebacillus

sind schwach und wenig resistent.

Wir können daher mit Recht sagen, dass eine Beziehung zwischen der Energie des Fermentes und der Resistenz gegen Erhitzen nicht zu ersehen ist.

III. Untersuchung, ob die proteolytischen Fermente der Mikroorganismen dialysiren oder nicht?

Auf die Dialysirbarkeit ist von Wittich und Hammarsten[1]) speciell das Pepsin geprüft worden. Nach genauen und wiederholten Versuchen hat Hammarsten im Gegensatz zu Wittich festgestellt, dass das Pepsin nicht dialysirt. Die wurde später auch von Wolffhügel u. A. bestätigt.

Ich habe verschiedene proteolytische Pilzfermente auf Diffundirbarkeit geprüft und dabei zum Vergleiche auch das Trypsin und das Invertin. Die Prüfung wurde mit Schafdärmen oder auch mit gutem Pergament ausgeführt.

Bei den Versuchen mit Schafdärmen nahm ich ein 15 ccm langes Darmstück, bog dasselbe **V**-förmig, und brachte in dasselbe 5 ccm der zu untersuchenden Cultur, welche mit Carbolsäure versetzt war.

Die beiden Enden des Darmstückes wurden zugebunden, in ein Carbolgelatineglas, das 5 ccm 2 proc. Carbol enthielt, hineingestülpt und die Enden des Darmstückes noch ausserdem auf der äusseren Fläche des Glases gut befestigt.

Wenn man in solcher Weise vorgeht, kann man sicher sein, dass keine directe Communication zwischen der zu prüfenden Flüssigkeit im Darmstücke und der im Gelatine-Reagenzglase befindlichen Carbolsäurelösung stattfindet.

Die Carbolsäure wurde selbstredend zu dem Zwecke zugesetzt, um die Mitwirkung von Bacterien zu verhindern. Wenn nun die

1) O. Hammarsten, Ueber die Undiffusibilität des Pepsin. Jahresber. d. Thierchem. Bd. III. S. 160.

Fermente durch die Darmmembran in die Carbolsäurelösung diffundiren, wirken sie auf die Gelatine.

Aus der Verflüssigung oder Nichtverflüssigung der Gelatine schliessen wir, ob das Ferment dialysirt oder nicht.

Nach 6 Tagen war das Resultat folgendes:

Pilzfermente	Verflüssigte Gelatineschichte nach 1 Woche
M. prodigiosus	4 mm
Käsespirillen	1 »
B. subtilis	4 »
Trychophyt. tons.	8 »
B. pyocyan.	3 »
Koch's Vibrio	1/2 »
Trypsin	1/2 »

Die Fermente waren also aus diesen Darmstücken diffundirt.

Da jedoch diese Membranen nicht genug zuverlässig sind, so wiederholte ich den Versuch mit gutem Pergamentpapier in folgender Weise:

Ich nahm einen Glastrichter (siehe Figur S. 13), füllte die unten geschlossene Röhre mit Carbolgelatine und liess dieselbe erstarren. Alsdann legte ich in den Trichter einen aus gutem Pergament gefertigten Faltenfilter, der höher als der Glastrichter war und 1 bis 2 cm über denselben hinausragte. Die Falten waren gross und weit auseinander. Auf diese Weise konnte ein Herübersteigen der in dem Filter enthaltenen Flüssigkeit durch Capillarität und eine directe Communication der beiden Flüssigkeiten vermieden werden.

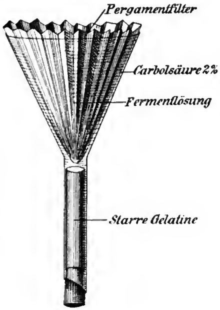
In den Filter wurde nun die bestimmte Menge der Fermentflüssigkeit gegossen. Zwischen Filter und Trichter wurde etwas 2 proc. Carbolsäurelösung gebracht.

Aus der Verflüssigung der in der Röhre enthaltenen Gelatine ergibt sich nun, ob die Fermente diffundiren.

Um zum Vergleiche die Diffundirbarkeit des Invertins zu prüfen, bin ich auf dieselbe Weise vorgegangen, nur wurde die Gelatine weggelassen.

Der Pergamentfilter wurde dann mit einem aus Presshefe erhaltenen Glycerinauszug beschickt.

Nach 1 Woche wurde die Carbolsäure in einen Kolben gegossen, mit Rohrzucker versetzt und nach einiger Zeit die Mischung mittelst der Fehling'schen Lösung auf Invertzucker untersucht.



Das Gesammtergebnis war total negativ.

Auch nach Ablauf einer Woche wurde weder eine Spur von Verflüssigung, noch von TraubenzuckerInvertirung gefunden.

Die proteolytischen Fermente also von

M. prodigiosus
Käsespirillen
B. subtilis
Trychophyton tons.
B. pyocyan.
Koch's Vibrio

sowie das Trypsin und das Invertin diffundiren nicht.

Die proteolytischen Fermente der Pilze stimmen auch durch ihr Unvermögen zu diffundiren mit den schon bekannten Fermenten Pepsin, Trypsin und Invertin überein.

IV. Wirkung der proteolytischen Pilzfermente, sowie des Trypsins in folgenden Gasen: Luft, Stickstoff, Kohlensäure, Kohlenoxyd, Wasserstoff, Schwefelwasserstoff.

Ueber den Einfluss der verschiedenen Gase auf die Wirkung der Fermente im Allgemeinen ist sehr wenig bekannt. G. Hufner[1]) gibt an, dass die Thätigkeit des Trypsins auf Fibrin von O nicht beeinträchtigt werde, und Nasse[2]) fand, dass das Invertin in Kohlensäure und Wasserstoffgas besser wirkt als bei Luftzutritt, und dass seine Wirkung von Sauerstoff und Kohlenoxyd, sowie Stickstoff gehemmt wird.

Das Ptyalin wird angeblich nicht beeinflusst.

Ich führte meine Versuche mit den Pilzfermenten in folgender Weise aus: Es wurden kleine Reagenzgläser, 13 cm lang, 8 mm im Durchmesser, mit 3 ccm 7 proc. Carbolgelatine gefüllt. Nach dem Erstarren der Gelatine wurde zuerst der obere Rand derselben markirt, und dann wurde in jedes Glas 1 ccm der zu untersuchenden Cultur, und 2 ccm Carbolsäure 2 % gegossen. Von jeder Cultur wurden sechs gleiche Proben in dieser Weise zubereitet und dann sämmtlich in sechs gleiche cylindrische Gefässe mit breitem Halse und von 18 cm Höhe, 6 cm Weite vertheilt. Fünf der Gefässe wurden mit einem von Paraffin durchtränkten Korkstöpsel geschlossen, das sechste, in dem die Proben waren, die der Luft ausgesetzt werden sollten, blieb offen.

In eines der fünf ersten Gefässe wurde eine alkalische Lösung von Pyrogallussäure zur Absorption des Sauerstoffes gebracht. Durch die vier anderen wurde 20 Minuten lang eines der oben genannten Gase (CO, CO_2, H, H_2S) hindurchgeleitet.

Die sechs Gefässe wurden alle bei gleicher Temperatur (Zimmertemperatur) aufbewahrt.

Nach 6 Tagen wurden die Proben herausgenommen und die verflüssigte Gelatineschichte gemessen.

1) Untersuchungen über ungeformte Fermente und ihre Wirkungen. Journ. f. prakt. Chemie. Bd. XI. S. 43. — Jahresber. der Thierch. 1875. Bd. V. S. 264.

2) Fermentprocesse unter dem Einfluss von Gasen. Pflüger's Archiv. Bd. XII. S. 491. — Jahresber. der Thierch. 1887. Bd. VII. S. 365.

Das Resultat war folgendes:

Pilzfermente	Stickstoff	Kohlenoxyd	Kohlensäure	H_2S	Wasserstoff	Luft
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
M. prodigiosus	4	4	4	0	4	5
B. pyocyan. .	3,5	4,5	5	0	4	4
B. Milleri . .	10	19	7	11	10	12
Koch's Vibrio .	4	4	1	0	5	5
Käsespirillen .	7	6	4	5	6	7

Zur Controle wurden die Proben am Ende der Woche zuerst 48 Stunden lang im Thermostat bei 37° C. gehalten, dann in den Eisschrank zum Erkalten gebracht. Die Gelatine der Proben von M. prodigiosus und Bac. pyocyaneus blieb hierbei starr; die der übrigen erstarrte nicht mehr.

Es wirken also nach diesen Versuchen die proteolytischen Fermente der Mikroorganismen ohne sichtbaren Unterschied sowohl bei Sauerstoffeinfluss wie in Stickstoff-, Kohlensäure-, Kohlenoxyd-, Wasserstoff- und Schwefelwasserstoffgas.

Um mich zu überzeugen, dass das Ferment von M. prodigiosus, Bac. pyocyaneus, Koch's Vibrio in Schwefelwasserstoffgas wirklich so beeinflusst wird, habe ich den Versuch wieder holt [1])

Von jedem dieser drei Pilzfermente wurden drei gleiche Proben untersucht. Nach einer Woche war das Resultat folgendes:

	I	II	III
M. prodigiosus .	0	0	0
B. pyocyaneus .	1	0,5	0
Koch's Vibrio .	1	1	1

1) Die bei diesem Versuche angewendete Prodigiosuscultur war etwas alt und das Ferment ein wenig abgeschwächt; durch die hemmenden Einflüsse des H_2S wurde die Wirkung total aufgehoben. Wenn dagegen das Prodigiosus-

Also wurde merkwürdigerweise das energische proteolytische Ferment von M. prodigiosus in H_2S-Gas ganz unwirksam, jenes von B. pyocyaneus und Koch's Vibrio sehr beeinträchtigt.

Wirkung des Trypsins in verschiedenen Gasen.

Um sicher zu stellen, welchen Einfluss die verschiedenen Gase auf proteolytische Enzyme ausüben, wiederholte ich den Versuch mit einer bestimmten Lösung von Trypsin (1 : 500).

Die Trypsinproben wurden in der Art bereitet, dass ich in jedes Gelatineglas 1 ccm der genannten Trypsinlösung goss und 1 ccm Carbol 1% hinzufügte. Für jedes der sechs Gase wurden drei gleiche Trypsinproben (I, II, III) hergestellt.

Das Resultat war nach 6 Tagen folgendes:

Gase	Verflüssigte Gelatine		
	I	II	III
Luft	12	12,5	12
Stickstoff . .	12	12	12,5
Kohlensäure .	10	9	9
Kohlenoxyd .	14	14	14
Wasserstoff .	12	12	12
Schwefelwasserstoff . . .	11,5	10	12

Das Trypsin wurde also von keinem der sechs verschiedenen Gase unwirksam gemacht und auch nicht in sehr bemerkbarer Weise beeinflusst. Das Kohlenoxydgas indessen hatte auch hier wie auf das Enzym von B. Milleri etwas begünstigend und die Kohlensäure etwas hemmend eingewirkt.

Die kleinen Unterschiede in den verflüssigten Gelatinemengen, die bei den gleichen Proben I, II, III vorkommen, sind

ferment sehr wirksam ist, dann kann man, bis es ganz zerstört ist, eine Spur einer Wirkung auf die Gelatine eintreten sehen. Nach 24 Stunden hört aber die Wirkung gänzlich auf.

auf kleine Differenzen in der Grösse der Gelatinegläser zurückzuführen.

Wirkung des Trypsins auf Gelatine bei Zusatz von alkalischer Pyrogallussäure.

Um die Wirkung des Trypsins bei sicherem Sauerstoffabschluss zu prüfen, habe ich auch versucht, den Gelatine-Trypsinproben alkalische Pyrogallussäurelösung direct zuzusetzen.

Drei der oben gebrauchten Gelatinegläser wurden mit je 1 ccm einer 1 : 500 Trypsinlösung beschickt. In eines von diesen wurden dann 2 ccm einer alkalischen Pyrogallussäurelösung, in das zweite blos 2 ccm Kalilauge 1‰, in das dritte 2 ccm einer einfachen Pyrogallussäurelösung gegeben. Die zwei letzten Proben sollten als Controle dienen. Die erste Probe wurde dann hermetisch verschlossen, die anderen dagegen offen gelassen.

Resultat: Nach einer Woche wurden die Proben besichtigt und die Gelatine fand sich in allen drei Gläsern fast gleich viel verflüssigt.

Das Trypsin wirkt demnach ganz unverändert bei Sauerstoffabschluss.

Es nähern sich daher die Enzyme mehr den chemischen Stoffen (Alkalien, Säuren) als den organisirten Fermenten und dem lebenden Protoplasma im Allgemeinen. Es können wohl Gärungen bei O-abschluss entstehen und Mikroben (Anaeroben) leben, aber nicht in reinem Kohlenoxydgas und in Schwefelwasserstoff.

Die Enzyme verlieren im Gegensatz zu den bekannten chemischen Stoffen im feuchten Zustande allmählich ihre Wirksamkeit und bei einer Temperatur von 70° C. werden sie alle schnell zerstört

Die Enzyme ertragen im trockenen Zustande höhere Temperaturen als die Sporen (bis 120 und 140°), während sie im feuchten Zustande viel empfindlicher sind. Gegen eine besondere Reihe von chemischen Stoffen aber (Carbolsäure, Sublimat etc.) sind die Fermente widerstandsfähiger als die Sporen.

V. Wirkung der proteolytischen Fermente auf die Eiweisskörper.

Ich habe schon früher mitgetheilt, dass die meisten der proteolytischen Enzyme der Mikroben unwirksam auf das Fibrin sind.

Von ungefähr 15 untersuchten Pilzfermenten konnten blos vier das Fibrin lösen. Dies waren die Fermente von B. Milleri, von B. Finckler-Prior, Käsespirillen und Koch's Vibrio.

Das starre Blutserum wurde von den meisten der verflüssigenden Bacterien verflüssigt. Vom Fermente des B. Finckler-Prior und jenem von Koch's Vibrio wurde dasselbe gelöst.

Flüssiges Blutserum hingegen, der Wirkung von verschiedenen dieser Fermente unterworfen, blieb fast unverändert. Es war nämlich nach 2 Monaten noch gerinnbar. Hühnereiweiss wurde von keinem der untersuchten Fermente gelöst.

Ich habe in letzter Zeit die Wirkung von 15 verschiedenen Pilzfermenten auf Casein untersucht, doch wurde dasselbe von keinem in sichtbarer Weise gelöst. Die Versuche sind aber noch nicht abgeschlossen. Es waren dies folgende Pilzfermente:

Koch's Vibrio
B. von Finckler-Prior
Käsespirillen
B. subtilis
M. prodigiosus
B. pyocyaneus
Trychophyton tonsurans
Bac. des Kieler Hafens
B. Milleri
B. tetani
B. ramosus
B. megaterium
B. anthracis
B. fluorescens fluidificans.

VI. Untersuchung, ob die proteolytischen Fermente der Pilze auf Gelatine und auf Fibrin in Gegenwart von Säuren einwirken.

Die Frage wurde schon in meiner ersten Arbeit mit einigen Versuchen berührt.

Es wurde damals nämlich untersucht, ob das Ferment des B. von Finckler-Prior, von Koch's Vibrio, von B. anthracis, von M. prodigiosus und B. pyocyaneus auf die Gelatine und auf das Fibrin in Gegenwart von HCl 2‰ zu wirken in Stande wären. Ich fand damals, dass das Ferment von M. prodigiosus am stärksten wirkte, die anderen sehr schwach, B. anthracis gar nicht.

Eine Wirkung auf das frische Ochsenfibrin war nie zu constatiren.

Diese Versuche habe ich nun seitdem mit verschiedenen anderen Pilzfermenten und Säuren wiederholt.

Die Wirkung der Bacterienenzyme auf Gelatine in Gegenwart von Säuren wurde zuerst auf starrer, dann auf flüssig gehaltener Gelatine untersucht.

Wirkung auf starre Gelatine.

Es wurden dünne Reagenzgläser von 8 mm Durchmesser mit je 3 ccm Carbolsäuregelatine (7%) gefüllt. Nachdem die Gelatine in genau senkrechter Lage erstarrt war, wurde sie mit je 1 ccm der zu prüfenden Fermentflüssigkeit (Culturen auf Gelatine, wo dieselbe schon verflüssigt war) beschickt und dazu 2 ccm einer der verschiedenen Säuren zugesetzt. Alle Säuren wurden in einer Concentration von 1% angewendet mit Ausnahme der Salz-, Schwefel- und Salpetersäure, von welchen ich 1 proc. Lösungen benutzte.

Nach einer Woche wurden die Proben besichtigt und die eventuell verflüssigte Gelatine genau gemessen. Das Resultat ist aus der Tabelle (S. 20) ersichtlich.

Verflüssigte Gelatine in Millimetern, nach einer Woche gemessen.

Pilzfermente	HCl	Milchsäure	Apfelsäure	Salpetersäure	Schwefelsäure	Buttersäure	Ameisensäure	Citronensäure	Essigsäure	Carbolsäure (Controle)
Koch's Vibrio	3	0	0	0	0	0	0	0	4	3
Mikrococcus prodigiosus.	3	2	0	0	0	4	3	2	4	3
Bacillus pyocyaneus . .	2	1	1,5	1	0	2	2	3	2,5	2
Käsespirillen	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3
Bac. Milleri .	3	0,5	0,5	0	0	2	2,5	1	4	8

Wirkung auf flüssig gehaltene Gelatine.

Der Versuch wurde zur Controle anstatt mit starrer Gelatine mit flüssiger in folgender Weise ausgeführt.

Mehrere der oben genannten Gelatinegläser wurden mit je 0,5 ccm Bacteriencultur und 0,5 Säure beschickt und dann in den Thermostat gestellt. Nach 48 Stunden wurden die Gläser zum Erkalten in den Eisschrank gelegt.

Aus dem Umstande, dass die Gelatine nicht mehr erstarrt, erkennen wir, dass das Ferment in Gegenwart der betreffenden Säuren noch wirksam ist.

Es wurden hierbei noch fünf andere neue Bacterienfermente untersucht.

Das Ergebniss ist aus nebenstehender Tabelle (S. 21) ersichtlich.

Die Controlproben ohne Ferment, blos mit Säurezusatz, blieben stets starr.

Wie man sieht, stimmen die Ergebnisse des ersten Versuches ziemlich überein mit diesen hier gewonnenen [1]).

Aus alledem geht also folgendes hervor:

1. Das proteolytische Enzym von Mikrococcus prodigiosus, Bacillus pyocyaneus, Bacillus subtilis, Bacillus Finckler-Prior und

1) Warum wirken die Bacterienfermente in Gegenwart von Säuren oft auf flüssige, aber nicht auf starre Gelatine? Erklärung s. S. 22.

Pilzfermente	Salzsäure	Salpeter-säure	Schwefel-säure	Milchsäure	Apfelsäure	Buttersäure	Ameisen-säure	Citronen-säure	Essigsäure	Carbolsäure
Koch's Vibrio	flüssig	starr	starr	starr	starr	starr	starr	starr	flüssig	ver-flüssigt
Mikrococcus prodigiosus.	»	flüssig	»	flüssig	flüssig	flüssig	flüssig	flüssig	»	flüssig
Bacillus pyocyaneus . .	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Käsespirillen	starr	starr	»	starr	starr	starr	starr	starr	»	»
Bacillus Milleri . . .	flüssig	»	»	halb-flüssig	flüssig	flüssig	flüssig	flüssig	»	»
Bacillus von Finckl.-Prior	»	flüssig	»	flüssig	»	»	»	»	»	»
Bacillus anthracis . .	»	starr	»	»	»	»	»	starr	»	»
Bac. tetani .	starr	»	»	starr	starr	»	starr	»	»	»
Bacillus des Kieler Haf.	flüssig	»	»	halb-flüssig	flüssig	»	flüssig	flüssig	»	»
Bac. subtilis	»	flüssig	»	flüssig	»	»	»	»	»	»

von Bac. Milleri wirken in Gegenwart aller Säuren, die Schwefelsäure ausgenommen.

2. Dasjenige von Bac. anthracis in Gegenwart aller, die Schwefel-, Salpeter- und Citronensäure ausgenommen.

3. Dasjenige von Bac. tetani wirkt blos in Gegenwart von Butter-, Citronen- und Essigsäure.

4. Jenes von Koch's Vibrio wirkte blos bei Zusatz von Salz- und Essigsäure, jenes von Käsespirillen bei Zusatz von Essigsäure.

6. Essig-, Milch-, Salz-, Butter-, Ameisen- und Apfelsäure störten also die Wirkung der Fermente am wenigsten, während Salpeter- und Schwefelsäure sie am stärksten beeinflusste. In Gegenwart von Essigsäure wirkten alle oben aufgezählten Fermente, in Gegenwart von Schwefelsäure hingegen keines von ihnen.

7. M. prodigiosus (auf starrer Gelatine) wurde am wenigsten beeinträchtigt, Käsespirillen am meisten.

8. Auf starrer Gelatine war die schädliche Einwirkung der Säuren auf die Enzyme stärker als auf flüssiger.

Einwirkung des Trypsins auf Gelatine in Gegenwart der oben genannten Säuren.

Dieselben Versuche wie mit den proteolytischen Pilzfermenten wurden auch mit dem Trypsin wiederholt.

Es ergab sich, dass starre Gelatine vom Trypsin blos in Gegenwart von Essigsäure gelöst wurde, während flüssig gehaltene (100 ccm Gelatine, 1 ccm Trypsin 1% und 2 ccm Säure) in Gegenwart aller 9 verschiedenen Säuren mit Ausnahme der Schwefelsäure ungelatinirbar gemacht wurde.

Warum wirkte das Trypsin in Gegenwart von Salz-, Salpeter-, Milch-, Aepfel-, Butter-, Ameisen-, und Citronensäure auf flüssig gehaltene Gelatine und nicht auf starre?

Dies rührt daher, dass flüssige Gelatine schneller und stärker ungelatinirbar gemacht wird, als starre gelöst wird, und auch, weil bei 37° die Wirkung der Fermente eine energischere ist als bei 10 oder 15° C.

Auf starrer Gelatine werden die Fermente, weil langsamer wirkend, früher durch die Säure zerstört, ehe sie wirken können.

Auf dieselbe Weise erklärt man sich, warum das Ferment von B. anthracis, Koch's Vibrio, B. tetani etc. in Gegenwart einiger Säuren auf flüssige, aber nicht auf starre Gelatine wirkt.

Einwirkung der proteolytischen Fermente der Pilze auf das Fibrin in Gegenwart der oben genannten Säuren.

Der Versuch wurde in der folgenden Weise angestellt:

½ g frisches Ochsenfibrin (nicht Schweinsfibrin) wurde mit 2 ccm der Fermentlösung und 1 ccm der Säure, sowie 5 ccm Wasser in ein Reagenzglas gebracht; dann wurde die Probe in den Thermostat bei 37° C. gestellt. Nach 48 Stunden besichtigt, ergab sich, dass keines der oben genannten proteolytischen Pilzfermente in Gegenwart der verschiedenen

Säuren auf das Fibrin in sichtbarer Weise eingewirkt hatte.

VII. Untersuchung, ob es einen Mikroorganismus gibt, der ein, wie das Pepsin, in Gegenwart von Säure fibrinlösendes Ferment bildet.

Diese Frage habe ich schon früher berührt. Ich äusserte damals die Ansicht, dass ein solches Ferment, wenn es überhaupt existirt, unter den verflüssigenden Mikroorganismen gesucht werden müsse, die eben auf saurem Nährboden zu leben vermögen, wie z. B. einige Schimmelpilze. Allein auch die Fermente dieser Mikroorganismen sind sehr schwach, und eine Wirkung derselben auf das Fibrin ist nicht sicher zu constatiren [1]).

In jüngster Zeit habe ich verschiedene andere Versuche in diesem Sinne angestellt, aber stets mit negativem Resultat.

Ich wählte alle möglichen verflüssigenden Mikroorganismen, die ich im Wasser, Boden, in fauligen Flüssigkeiten aller Art fand; es gelang mir indess nie, einen Pilz zu finden, der ein derartiges pepsinähnliches Ferment gebildet hätte [2]).

Freilich darf es nicht Wunder nehmen, dass sich ein solches Ferment nicht finden lässt.

Man muss nämlich bedenken, dass alle Mikroorganismen mit Ausnahme einiger Hefe- und Schimmelpilze, sowie alle Zellen bei organisirten Thieren, mit Ausnahme der Magenzellen, blos in alkalischem oder neutralem Medium leben, auf welches die Säuren schädlich einwirken.

Welchen Zweck hätten dann diese Fermente für die Zellen, wenn sie blos in Gegenwart von Säuren zu wirken vermöchten?

---

1) Dass die Wirkung auf Fibrin in saurer Lösung eine sehr schwache ist, ist auch jüngst von Hanse bemerkt worden. (Flora 88. 1890.)

2) Das spricht gegen die Annahme Titschnkin's (Ber. d. dentsch. bot. Ges. Bd. VII. S. 346. 355), dass das eiweisslösende Vermögen der Pinguicula nicht herrühre von dem durch die Blätter dieser Pflanze abgesonderten Saft, sondern von der lösenden Wirkung von Bacterien.

Das in Aethalium septicum von Krückenberg und Greenwood in Gegenwart von Säuren wirkend gefundene Ferment bedarf noch der Bestätigung.

Ebenso die Behauptung Metschnikow's[1]), der aus der Beobachtung, dass das Protoplasma einigen Plasmodien sowie der Schwanz (!) von Triton taeniatus etwas sauer reagiren, die Anwesenheit eines peptischen Ferments in den Plasmodien selbst und in den Leukocyten vermuthete; auch dies ist eine ganz unbegründete Hypothese. Die in den Plasmodien und in den Muskeln des Triton gefundene Acidität wird kaum etwas anderes sein, als die gewöhnliche, bei den Lebensprocessen entstehende Säure.

VIII. Untersuchung, ob die Pilze, die kein proteolytisches Ferment besitzen, im Stande wären, durch directe Einwirkung die Gelatine ungelatinirbar zu machen.

Aus früheren Versuchen habe ich gefunden, dass, wenn man eine grosse Menge Rosahefe mit einer kleinen Menge sterilisirter Nährgelatine mischt und bei 30—37° erhält, die letztere nach 4 Wochen ihre Gelatinirbarkeit theilweise verliert.

Da der Versuch indessen nicht völlig klar war, habe ich ihn mit anderen Mikrobenarten wiederholt.

Zu diesem Zwecke wählte ich folgende nicht verflüssigende üppig wachsende Microbenarten:

Weisse Hefe
Oidium lactis
M. tetragenus
Soor
B. Friedländer
B. Fitz
Typhus-B
Kapselbacterien.

5 ccm Nährgelatine enthaltende Reagenzgläser wurden mit

1) Digestion intracellulare. — Annal. Pasteur. 1889. — Centralblatt für Bacteriologie. Bd. V. S. 513,

grossen Mengen der eben genannten, aus Agarculturen gewonnenen Mikrobenarten beschickt und dann in den Thermostat bei 37° C. gestellt. Zur Controle wurden einige Gelatinegläser unvermischt aufgestellt.

Nach Ablauf von 4 Wochen wurden die Gläser herausgenommen und in den Eisschrank gestellt. In allen ohne Unterschied, wie in den Controlproben, erstarrte die Gelatine vollständig.

Hieraus könnte man den Schluss ziehen, dass die nicht fermentbildenden Mikroben, also das lebende Protoplasma allein nicht im Stande ist, die Gelatine direct zu zersetzen und ungelatinirbar zu machen[1]), oder zum mindesten ist es ihm sehr schwierig. Zu diesem Zwecke ist ein proteolytisches Enzym nothwendig.

Auf reiner Gelatine, welcher blos Nährsalze zugesetzt sind, entwickeln sich die Mikroben sehr schlecht.

Ebenso entwickeln sich die Bacterien auf reiner Gelatine, die durch langes Kochen oder durch Einwirkung von Säuren oder Alkalien ungelatinirbar gemacht worden war, sehr schlecht.

Vielleicht muss die Gelatine vorher stark verändert (peptonisirt) werden, um von den Bacterien benützt werden zu können.

IX. Auf welchen Nährboden bilden die Mikroorganismen ihre proteolytischen Fermente und auf welchen nicht?

Auch diese Frage wurde schon früher von mir berührt und in folgender Weise beantwortet:

1. Die Mikroben bilden ihr Ferment nicht nur auf gelöstem, sondern auch auf ungelöstem, auf peptonisirtem und auf einfachem Eiweiss.

2. Auf Agar wird von vielen Ferment abgesondert.

3. Auf Kartoffeln bilden Koch's Vibrio, Bac. Finckler-Prior, M. prodigiosus, B. pyocyaneus ihr Ferment nicht.

---

1) 10% Gelatine, unter die Haut eines Kaninchens eingespritzt, hatte nach 24 Stunden ihre Gelatinirbarkeit nicht verloren.

4. Auf Bouillon ist die Fermentabsonderung eine schwächere als auf starrer Gelatine.

5. Auf eiweissfreiem Nährboden wie z. B. auf Ammon.-Nährsalzen und Rohrzucker wurde von den wenigen Bacterien, die sich entwickelten, kein Ferment ausgeschieden.

Was meine neuen Versuche betrifft, so waren es folgende Fragen, die ich mir stellte:

1. Gibt es Mikroben, die proteolytisches Ferment auf verschiedenen Ammon.-Nährsalzen mit Zusatz von Rohrzucker oder Glycerin, sowie von Mannit und Milchzucker bilden?

2. Oder auf Phosphor-Ammon.-Nährsalzen mit Zusatz von verschiedenen Glycosiden?

3. Oder auf Phosphor-Ammon.-Nährsalzen mit Zusatz verschiedener Alkaloide?

4. Oder endlich auf Phosphor-Ammon.-Nährsalzen mit Zusatz von Asparagin, Propylamin, Acetamid?

I. Kann auf Phosphor-Ammon.-Nährsalzen mit Zusatz von Zucker oder Glycerin das proteolytische Ferment gebildet werden?

Zuerst untersuchte ich, welche Pilze sich überhaupt auf solchem Nährboden entwickeln, und dann prüfte ich die Culturen auf proteolytisches Ferment.

Die Nährsalzlösung wurde in folgender Weise bereitet:

0,5—1% des Ammonsalzes (Phosphor-, Bernstein- etc. Ammonium),

0,5% saures phosphorsaures Kali,

0,5% schwefelsaure Magnesia,

0,05% tribasischer phosphorsaurer Kalk,

5% Glycerin oder Rohrzucker. [1])

1) Folgende von Nägeli angegebene Normalflüssigkeit für Spaltpilze ist ebenfalls brauchbar. (Nägeli, Die niederen Pilze S. 50.)

Wasser	100 g
Weinsaures Ammonium	0,1 „
Saures phosphorsaures Kali	0,1 „
Magnesiumsulphat	0,02 „
Calciumchlorür	0,21 „

Nun wurde die Mischung gekocht, filtrirt und in Reagenzgläser vertheilt (10 ccm pro Glas). Dieselben wurden dann sterilisirt, mit den zu untersuchenden Mikroben geimpft und bei 37° C. aufbewahrt.

Nach 1 Woche fand sich folgendes:

Mikrobenarten	Phosphorsaur. Ammon. Zucker	Phosphorsaur. Ammon. Glycerin	Bernsteins. Ammon. Zucker	Bernsteins. Ammon. Glycerin
B. F.-Prior	spärlich	spärlich	nichts	nichts
B. Milleri	„	„	„	„
Koch's Vibrio	„	„	„	„
Käsespirillen	sehr spärlich	„	„	„
Vibrio Metschnikowi	kein Wachsthum	kein Wachsthum	„	„
B. ramosus	nichts	nichts	„	„
B. subtilis	„	„	„	„
Trychoph. tons urans	„	„	„	„
M. ascoformis	„	„	„	„
B. fluorescens	„	„	spärlich	spärlich
B. anthracis	„	„	nichts	nichts
B. megatherium	spärlich	„	spärlich	„
M. tetragenus	nichts	nichts	nichts	„
B. des Kieler Hafens	sehr spärlich	sehr spärlich	„	„
M. prodigiosus	üppiges Wachsthum mit Pigm.	üppiges Wachsthum mit Pigm.	üppiges Wachsthum mit Pigm.	üppiges Wachsthum mit Pigm.
B. pyocyaneus	sehr gut mit Pigm.	sehr gut mit Pigm.	sehr gut mit Pigm.	sehr gut mit Pigm.
B. Fitzianus	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut

Aus dieser Tabelle ergibt sich also:

A. Auf Ammon.-phosphat mit Zusatz von Zucker oder von Glycerin entwickeln sich folgende Bacterien:

M. prodigiosus, B. pyocyaneus, B. Fitzianus } sehr gut

B. F.-Prior, B. Milleri., Koch's Vibrio, Käsespirillen, B. megatherium, B. des Kieler Hafens } sehr spärlich

Anmerkung. B. Megatherium entwickelte sich gar nicht auf Ammonphosphat mit Zusatz von Glycerin.

B. Auf Ammonium succinium mit Zusatz von Zucker und Glycerin entwickeln sich folgende:

M. prodigiosus
B. pyocyaneus } sehr gut,
B. Fitzianus

von allen übrigen wuchs nur B. Megatherium, und zwar blos in Gegenwart von Rohrzucker [1]).

II. Welche von den oben genannten Mikrobenarten entwickeln sich auf Ammon.- sulfat,- nitrat,- tartarat bei Zusatz von Rohrzucker und Glycerin?

Diese drei verschiedenen Nährsalzmischungen wurden wie die oben erwähnte bereitet. Nach 1 Woche war das Resultat folgendes:

1. M. prodigiosus und
B. Fitzianus entwickelten sich auf allen drei verschiedenen Nährsalzlösungen sowohl bei Zusatz von Zucker, wie von Glycerin, ziemlich gut.

2. B. pyocyaneus entwickelte sich gut auf der Ammonsulfat- und Tartaratlösung, aber sehr spärlich auf der Ammonnitratlösung.

3. B. des Kieler Hafens wuchs überall sehr spärlich.

4. Koch's Vibrio entwickelte sich nur auf Ammontartarat, und zwar sehr schlecht.

5. B. F.-Prior, ebenfalls nur sehr schlecht, auf Ammonnitrat und Glycerin, und auf Ammontartarat und Zucker.

6. Käsespirillen endlich auf Ammontartarat und Glycerin und B. megatherium auf Ammonnitrat und -tartarat mit Zusatz von Zucker, beide aber überall ganz schwach.

7. Von allen übrigen, B. Milleri, B. ramosus, B. subtilis, B. fluorescens, B. Metschnikowi, Trychophyt. tons., B. anthracis,

1) B. Megatherium invertirt den Rohrzucker.

M. ascofermis, M. tetragenus, Staphyl. pyogenes aureus wurde nirgends Entwickelung constatirt.

Von diesen fünf verschiedenen Nährsalzlösungen ernährt Ammon. phosphoricum oder Ammon. succinicum am besten[1]), und von den Mikrobenarten entwickeln sich M. prodigiosus, B. Fitz und B. pyocyaneus am üppigsten.

Nachdem wir nun wissen, welche von den 17 verschiedenen Mikrobenarten sich auf solchen Nährsalzlösungen entwickeln, gehen wir zur Untersuchung über, welche von ihnen ihr proteolytisches Ferment bilden.

Zu diesem Zwecke wurden verschiedene Culturen bereitet und nach einer Woche mittels der Gelatinemethode in folgender Weise auf proteolytisches Ferment untersucht:

Kleine Carbolgelatinegläser wurden mit je 1 ccm der zu untersuchenden Cultur und 1 cc Carbolsäure 2% beschickt.

Nach 1 Woche wurden die Proben besichtigt, und die eventuell verflüssigte Gelatine gemessen.

Das Resultat war folgendes:

A. Culturen auf Ammon. phosphoricum und succinicum mit Zusatz von Zucker oder Glycerin.

Mikrobenarten	Ammon. phosphor.		Ammon succin.	
	Zucker	Glycerin	Zucker	Glycerin
B. F.-Prior . . .	keine Verfl.	keine Verfl.	keine Verfl.	keine Verfl.
B. Milleri	"	"	"	"
Koch's Vicrio . . .	"	"	"	
Käsespirillen . . .	"	"	"	"
B. megatherium . .	"	"	"	"
B. des Kieler Hafens.	"	"	"	"
M. prodigios	"	7 mm	"	7 mm
B. pyocyan.	"	6 "	"	6,5 mm

1) Wie es hie und da mit Bouillon und selbst mit Nährgelatine der Fall ist, so kommt es auch bei den Nährsalzen vor, dass sich dieselbe Mikrobenart das eine Mal spärlich, das andere Mal gut entwickelt. Das kann sowohl von den Mikroben (abgeschwächte Culturen), als von der Zubereitung der Nährsalzmischung herrühren.

Es bildeten also von den acht Mikrobenarten ihr Ferment blos M. prodigiosus und B. pyocyaneus, und zwar nur auf Nährsalzen mit Glycerin.

B. Kulturen auf Ammon.-sulfat, -nitrat, -tartarat mit Zusatz von Zucker und Glycerin.

Mikrobenarten	Ammon.-Sulfat		Ammon.-Nitrat.		Ammon.-Tartar.	
	Zucker	Glycerin	Zucker	Glycerin	Zucker	Glycerin
B. F.-Prior . . .	—	—	—	keine Verfl.	keine Verfl.	—
B. Milleri	—	—	—	—	—	keine Verfl.
Koch's Vibrio . .	—	—	—	—	—	—
Käsespirillen . . .	—	—	—	keine Verfl.	—	—
B. megatherium .	—	—	keine Verfl.	—	keine Verfl.	—
B. des Kieler Hafens	keine Verfl.	keine Verfl.	"	keine Verfl.	"	keine Verfl.
M. prodigios. . .	"	6	"	6	"	7
B. pyocyaneus . .		$5^1/_2$	"	4	"	5

Von den acht verschiedenen Mikroben also wurde auch hier blos von M. prodigiosus und B. pyocyaneus Ferment abgesondert, und zwar, was sehr interessant ist, nur bei Gegenwart von Glycerin, nie bei Zusatz von Zucker.

Ich habe auch mit Mannit- und Milchzucker Versuche angestellt. Die Lösungen wurden so bereitet, dass zu 100 g der Ammon.-phosphor.-Nährsalzlösung 1 g Mannit- oder Milchzucker zugesetzt wurde.

Nach einer Woche hatten sich von den 14 Ferment bildenden Mikroben blos M. prodigiosus sowohl auf Mannit, wie auf Milchzucker, B. pyocyaneus blos auf Mannit entwickelt.

Auf Mannit wurde von beiden Mikrobenarten Ferment gebildet, auf Milchzucker bildete M. prodigiosus keine Spur.

Entwickelung und Fermentbildung auf Nährsalz-Glycosidlösungen.

Die Nährsalz-Glycosidlösungen wurden wie die Nährsalz-Zuckerlösungen bereitet, nur wurden anstatt 5 % blos 1 % eines der verschiedenen Glycoside zugesetzt.

Es waren dies folgende:

Salicin
Inulin
Amygdalin
Saponin
Jalapin
Aesculin
Arbutin.

Auch Gummi arab. wurde untersucht. Die Culturen wurden in den Thermostat gestellt. Nach einer Woche war das Resultat betreffs des Wachsthums folgendes:

Mikrobenart	Salicin	Inulin	Amygdal	Saponin	Jalapin	Aesculin	Arabutin	Gummi
Koch's Vibrio . .	nichts	nichts	nichts	nichts	nichts	nichts	nichts	nichts
Vibrio Metschnik.	»	»	»	»	»	»	»	»
B. fluorescens fluid.	»	»	»	»	»	»	»	»
B. anthracis . . .	»	»	»	»	»	»	»	»
Käsespirillen . .	»	»	»	»	»	»	»	»
B. v. Finckler-Prior	»	»	»	»	»	»	»	»
B. Milleri	»	»	»	»	»	»	»	»
B. ramosus . . .	»	»	»	»	»	»	»	»
B. megatherium .	»	»	»	gut gew.	»	sehr spärl.	spärl.	»
B. subtilis . . .	gew.	gew.	»	gew	»	nichts	nichts	»
B. des Kieler Hafens	»	»	»	»	»	»	»	»
B. pyocyanens . .	nichts	nichts	gew.	»	»	»	»	»
B. der Mastitis	gut	gut	gut	gut	»	spärl.	»	»
B. Fitz.	gut	gut	gut	gut	»	gut	sehr gut	»
M. prodigiosus . .	gut gew.	gut gew.	spärl.	gut gew.	»	nichts	nichts	»

Bemerkungen:

Aus dieser Tabelle geht folgendes hervor:

1. In Uebereinstimmung mit den anderen Versuchen haben sich auch hier blos folgende 6 Bacterienarten entwickelt:

M. prodigiosus { Salicin, Inulin, Amygdalin, Saponin

B. pyocyaneus blos auf Amygdalin.

M. der Mastitis der Kühe { Salicin, Saponin, Inulin, Amygdalin } gut; Aesculin spärlich.

B. Fitzianus { Salicin, Inulin, Amygdalin, Saponin, Aesculin, Arbutin.

B. subtilis, B. des Kiel. Haf. { Salicin, Inulin, Saponin.

B. der Mastitis und B. Fitzianus sind stets diejenigen Mikroben, die auf solchem Nährboden am besten gedeihen. B. pyocyaneus wächst auf Glycosiden sehr schlecht.

2. Auf Salicin
Inulin
Saponin
war das Wachsthum am besten, auf Aesculin am schlechtesten; auf Jalapin und Gummi wurde überhaupt kein Wachsthum constatirt.

Wir gehen nun zur Prüfung über, ob keiner der oben aufgezählten Bacterien auf den Glycosiden Ferment abgesondert hat.

Zu diesem Zwecke wurden kleine Gelatinegläser mit 1 ccm der Cultur und 1 cm Carbolsäure 2% beschickt und bei Zimmertemperatur gehalten. Nach einer Woche wurden die Proben

besichtigt, und es fand sich, dass unter allen blos B. subtilis ein Ferment gebildet hat, nämlich auf Nährsalzen und Saponin.

M. prodigiosus
B. pyocyaneus
B. des Kieler Hafens
B. Megatherium

bildeten ihr Enzym nicht.

Es wurde auch das Wachsthum und die Fermentbildung auf Nährsalzen mit Zusatz von Acetamid, Propylamin und Asparagin geprüft.

Nach einer Woche war das Resultat betreffs des Wachsthums folgendes:

Mikrobenart	Acetamid.	Propylamin	Asparagin
M. prodigiosus . . .	Spur	keinWachsth	ganz gew.
B. pyocyaneus . . .	nichts	nichts	gut
B. Fitzianus . . .	etwas	"	nichts
B. der Mastitis. . .	"	etwas	etwas
B. subtilis	nichts	nichts	spärlich
B. des Kieler Hafens	"	"	gut
B. fluorescens . . .	"	"	nichts
Koch's Vibrio . . .	"	"	"
V. Metschnikowi . .	"	"	"
B. megatherium . .	"	"	"
B. anthracis . . .	"	"	"
Käsespirillen . . .	"	"	"
B. Milleri	"	"	"

Es entwickelten sich also blos folgende:

1. M. prodigiosus auf { Acetamid (spärlich) / Asparagin }
2. B. pyocyaneus auf Asparagin
3. B. subtilis auf } Asparagin (spärlich)
4. B. des Kiel. H. }

5. B. Fitz auf Acetamid (spärlich)

6. B. der Mastitis auf { Acetamid, Propylamin, Asparagin } spärlich.

Von den vier erstgenannten hatte blos B. *pyocyaneus auf Asparagin eine Spur von Ferment gebildet.*

Warum auf Kohlenhydraten im Allgemeinen (Mannit für M. prodigiosus und B. pyocyaneus, und Saponin für B. subtilis ausgenommen) kein Ferment gebildet wird, ist natürlich schwer zu erklären. Es rührt nicht daher, dass

a) die Kohlehydrate die Fermentbildung verhindern, denn es wird in ihrer Gegenwart auf eiweisshaltigem Nährboden Ferment gebildet.

b) Es ist auch nicht deswegen, weil sich aus Kohlehydraten kein Eiweiss oder Fermentstoff bilden kann; denn die Bacterien entwickeln sich auf Nährsalzen mit Kohlehydraten sehr gut, und von vielen wird ein diastatisches, von einigen auch ein invertirendes Ferment gebildet.

c) Auch die Hypothese, dass zur Ausscheidung von Ferment ein besonderer Reiz nothwendig sei, welcher für das diastatische Enzym von den Kohlehydraten, für das proteolytische von den Eiweissstoffen gegeben wird, ist sehr unwahrscheinlich.

d) Grössere Wahrscheinlichkeit hat die Erklärung für sich, welche besagt, dass das Protoplasma (Bacterien) bei verschiedenem Nährboden andere Lebensthätigkeiten und Lebensprocesse entfalte; wie verschiedene Umsetzungen und stärkere oder geringere Pigmentbildung entstehen, ebenso wechselt auch die Fermentabsonderung.

Auf eiweisshaltigem Nährboden selbst kann auch, wie wir sehen werden, durch Strychnin, Chinin, Antipyrin etc. die Fermentbildung beschränkt oder aufgehoben werden. Es handelt sich also hier um nichts anderes als um eine Veränderung in der Thätigkeit des Protoplasmas.

Untersuchung, ob keine der oben erwähnten Mikrobenarten auf Nährsalze mit Zusatz von Alkaloiden gedeihen und Ferment bilden kann.

Alkaloide nähren überhaupt sehr schlecht. Auf Chinin- und Strychninlösungen wurde von Nägeli[1]) kein Wachsthum von Mikroorganismen constatirt.

Ich prüfte folgende Alkaloide:

Morphinum muriaticum
Strychninum muriaticum
Brucin
Berberin
Curare
Antifibrin
Antipyrin
Chininum muriaticum
Cocain.

Die Nährsalzalkaloidmischung wurde so bereitet, dass auf je 100 ccm der Ammonphosphoricum-Nährsalzlösung 0,5 eines der oben genannten Alkaloide zugesetzt wurden.

Nach einer Woche wurden die Kulturen besichtigt, zeigten aber nirgends eine Spur von Entwickelung.

X. Gibt es Stoffe, welche die Fermentabsonderung bei den Mikrobenarten aufheben können?

Von Chantemesse[2]) und Vidal wurde angegeben, dass die Carbolsäure die Verflüssigung der Gelatine durch Bacterien verhindere.

G. Wood[3]) stellte unter Leitung von Hueppe einige Versuche über dieses Thema an und fand, dass Cholera bei Zusatz von 0,01 bis 0,02 % Carbolsäure oder 4 bis 5 % Glycerin sich ohne Enzymbildung entwickelt.

Ich habe den Versuch wiederholt und bekam dasselbe

1) l. c. S. 50.
2) Gazette hebdomadaire 1887. p. 196.
3) Hueppe, Bacterienforschung 1889. 299.

Resultat. Die aufgehobene Fermentabsonderung aber war stets mit einer kümmerlichen Entwickelung der Bacterien verbunden. Bei üppigem Wachsthum wurde die Gelatine immer verflüssigt.

Dasselbe fand statt, wenn man der Gelatine Salicylsäure zugesetzt hatte.

Ich versuchte es mit verschiedenen Mikrobenarten und bei verschiedenen Mengen der Salicylsäure.

Beim Zusatz von sieben Tropfen gesättigter Salicylsäure zu 10 cm Nährgelatine hatte B. ramosus, darauf gezüchtet, auch nach mehreren Wochen die Gelatine noch nicht verflüssigt.

Die Entwickelung war auch hier eine beschränkte.

Das gleiche war der Fall, wenn man den Substraten Säuren und Alkalien hinzufügte. Ich versuchte dies mit verschiedenen mineralischen und organischen Säuren (Oxal-, Ameisen-, Butter-, Apfelsäure), ferner mit Soda, Natron- und Kalilauge in verschiedener Concentration.

Auch hier war bei nur spärlichem Wachsthum die Fermentbildung ganz aufgehoben.

Ich machte auch Versuche, ob man durch den Einfluss verschiedener Temperaturen ebenso wie durch die längere Einwirkung chemischer Stoffe die Bacterien so abschwächen könnte, dass sie dann auch bei gutem Wachsthum die Gelatine nicht mehr verflüssigen. Der Erfolg war jedoch stets negativ.

Die künstliche Umwandlung von verflüssigenden Bacterien zu festwachsenden, wie es Wood [1]) angeblich erzielt hat, ist mir nie gelungen.

Endlich prüfte ich zu diesem Zwecke, diesmal mit besserem Erfolge, die Wirkung verschiedener Alkaloide, wie Antipyrin, Chinin, Morphin, Strychnin. Die Stoffe wurden zu Bouillon und zu Gelatine im Verhältniss von 0,5 % zugesetzt, und dann die zu untersuchende Mikrobenart darauf cultivirt.

---

1) Wood. Enzyme action in lower organismus. Proceedings of the royal Society of Edinburgh. Vol. XVII. p. 27. Dez. 1889. — Centralblatt für Bacteriol. Bd. VIII. Nr. 9. 1890.

Das Resultat auf Alkaloid-Bouillon war nach einer Woche betreffs des Wachsthums folgendes:

Mikrobenart	Antipyrin	Chinin	Morphin	Strychnin
B. prodigios. .	gut gew.	nichts	gut	gut
B. F.-Prior . . .	spärlich	„	spärlich	nichts
B. Milleri . . .	„	„	„	„
M. pyocyan. . .	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut
Koch's Vibrio . .	spärlich	nichts	gut	nichts
B. subtilis . . .	sehr gut	„	sehr gut	„

Aus dieser Tabelle ersehen wir Folgendes:

1. M. prodigiosus wurde in seinem Wachsthum von Antipyrin, Morphin und Strychnin nicht beeinträchtigt, wohl aber von Chinin.

2. B. pyocyaneus entwickelte sich überall sehr gut, auch bei Zusatz von Chinin.

3. Alle anderen wuchsen blos auf Antipyrin und Morphin, B. subtilis und Koch's Vibrio sogar ziemlich gut.

4. Chinin übte die schädlichste Einwirkung aus.

Nun wurden diese Culturen in der gewöhnlichen Weise auf Ferment geprüft. Nach einer Woche erhielt ich folgendes Ergebniss:

Mikrobenart	Antipyrin	Chinin	Morphin	Strychnin
M. prodigios. . .	0mm	—	2mm	0mm
B. pyocyan. . .	4	0	5	4
Koch's Vibrio . .	0	—	2	0
B. F.-Prior. . . .	0	—	0	0
B. Milleri . . .	0	—	Spur	—
B. subtilis . . .	0	—	0	—

Das *Antipyrin* und das *Strychnin* können also die *Fermentbildung bei* M. *prodigiosus aufheben.* B. pyocyaneus scheidet dagegen *sein Enzym überall*, ausgenommen bei *Chininzusatz*, ungestört aus.

Koch's Vibrio bildet sein Ferment blos auf Bouillonmorphin.

Von den drei übrigen war ein Ferment nirgends zu constatiren; allein auch ihr Wachsthum war ein spärliches.

Das Morphin hatte, anstatt einer aufhebenden, im Gegentheil sogar eine leichte, befördernde Wirkung ausgeübt.

Ein wenig anders verhält sich die Sache, wenn diese Alkaloide in gleicher Menge zur Nährgelatine zugesetzt werden.

Es wurden Reagenzgläser, Alkaloid-Gelatine enthaltend, (Alkaloidzusatz 0,5 %) geimpft mit

M. prodigiosus
B. pyocyaneus
B. subtilis
Koch's Vibrio

und dann in den Thermostat bei 37° gestellt. Nach 1 Woche war das Resultat folgendes:

Mikrobenart	Antipyrin	Chinin	Morphin	Strychnin
M. prodigiosus . .	Wachsthum mit Verflüssigung	nichts	üppiges Wachsth. m. Verfl. u. Pigmentbildung	Wachsthum mit Verflüssigung
B. pyocyaneus . .	„	spärlich	Wachsthnm und Verflüssigung	Wachsth. m. schwach. Verflüssigung
Heubacillus . . .	spärliches Wachsthum	nichts	„	spärl. Wachsthum schw. Verflüss.
Koch's Vibrio . .	„	„	„	spärliches Wachsthum

Aus diesen beiden Versuchen ersieht man Folgendes:

Auf Bouillon können sich die Bacterien gut entwickeln und dennoch auch nach Verlauf einer Woche kein Ferment gebildet haben, (M. prodigiosus bei Zusatz von Antipyrin und Strychnin, B. pyocyaneus in Gegenwart von Chinin etc.), während diese Mikroben hingegen

auf Gelatine, vorausgesetzt, dass sie sich entwickeln, auch etwas Ferment bilden.

Man erklärt sich dies so, dass auf Bouillon auch bei üppigem Wachsthum die Fermentbildung gewöhnlich eine geringere ist als auf Gelatine. Auf Bouillon kann daher durch diese Alkaloide die Fermentbildung auch leichter aufgehoben werden als auf Gelatine.

Um die Wirkung der vier genannten Alkaloide auf die Fermentabsonderung weiter zu erforschen, wurden auch Alkaloid-Gelatine enthaltende Gläser mit M. prodigiosus und B. pyocyaneus geimpft, und dann Platten gegossen.

Nach vier Tagen erhielt ich Folgendes:

Mikrobenart	Antipyrin	Chinin	Morphin	Strychnin
M. prodig. . . .	üppiges Wachsthum mit Verfl.	spärliches Wachsthum Spuren von Verfl.	sehr schnelles Wachsthum starke Verfl reichlichePig mentbildung	üppiges Wachsthum mit Verfl. Spnr v. Pigm.
B. pyocyaneus . .	langsames Wachsthum ohne Verfl.	spärliches Wachsthum ohne Verfl.	üppiges Wachsthum ohne Verfl.	üppiges Wachsthum[1]) ohne Verfl.

Erst nach einer Woche hatten sich die Pyocyaneusplatten von Antipyrin, Morphin und Strychnin von einigen Punkten verflüssigt. Es kann also ebenso wie auf Bouillon auch auf Gelatine die Fermentabsonderung verzögert, aber auf letzterer nicht vollständig aufgehoben werden.

Bemerkung. Ich habe die Wirkung dieser Alkaloide blos bei Zusatz von 0,5 % geprüft. In anderer Menge würde die Wirkung einzelner eine andere sein. Durch Chinin z. B. in

1) Auch diese Alkaloide (besonders Antipyrin und Chinin) könnten in verschiedenen Fällen wie viele andere chemische Stoffe gebraucht werden, um die Verflüssigung der Pilze zu verzögern; man könnte sie zusetzen, um Platten länger aufzubewahren, um Colonien von stark verflüssigenden Mikroben oder solche von nicht verflüssigenden neben verflüssigenden besser zählen zu können, um einige Mikrobenarten von einander zu unterscheiden etc.

kleinen Mengen wurde das Wachsthum und die Verflüssigung nicht im mindesten verzögert, durch Morphin hingegen in grösserer Menge stark beeinträchtigt.

Diese Einwirkung der oben genannten chemischen Stoffe auf die Fermentabsonderung würde sich auf dieselbe Weise erklären lassen, wie oben der Umstand, dass auf den Kohlenhydraten kein Enzym gebildet wird. (Siehe S. 34.)

XI. Untersuchung, ob die Bacterienzellen in irgend einer Weise ihre Gestalt bei der Fermentabsonderung ändern.

Ich legte mir die Frage vor, ob die Mikroben, wie dies bei den Ptyalin-, Pepsin-, Trypsinzellen der Fall ist (Heidenhain, Ebstein, Grützner), gleichfalls bei der Fermentabsonderung Veränderungen an ihrer Gestalt erkennen liessen. Die Mikrobenzelle müsste dann analog den Drüsenzellen grösser und heller sein, wie wenn kein Ferment gebildet wird.

Trotz vielfacher Versuche ist es mir aber bis jetzt noch nicht gelungen, ein greifbares Resultat zu erhalten.

Die Versuche stellte ich in folgender Weise an: Es wurden fermentbildende Bacterien auf Nährboden cultivirt, auf welchen sie reichliches, dann auf solchen, wo sie keines bilden. Hierauf erfolgte die mikroskopische Untersuchung.

So cultivirte ich M. prodigiosus und B. pyocyaneus auf Glycerinnährsalzen, wo sie das Ferment bilden, und gleichzeitig auf Zuckernährsalzen, wo ein solches nicht abgesondert wird.

Ebenso M. prodigiosus, B. pyocyaneus, Cholera, F.-Prior und andere auf Kartoffeln und auf Gelatine;

und M. prodigiosus auf Bouillon mit und ohne Zusatz von Antipyrin;

endlich Bac. megatherium auf Gelatine, welcher Rohrzucker und Stärke zugesetzt war, auf welchem Gemisch der genannte Mikroorganismus das proteolytische, diastatische und invertirende Ferment bildet, und zu gleicher Zeit auf Bouillon oder Agar, wo Fermentbildung nicht eintritt. Unterschiede in der Grösse, Länge der Bacterien, in ihrer Verbindung unter einander, in

der Färbung etc., wurden zwar beobachtet, allein erstens waren diese Merkmale nicht constant, und dann war es nicht leicht zu entscheiden, ob diese morphologischen Unterschiede von der Fermentabsonderung oder von der Verschiedenheit des Nährbodens abhängig waren. Durch Ueberosmiumsäure (1 %) sollten sich die Fermente nach M. Nussbaum [1]) schwarz färben, welche Färbung beim Erhitzen auf 100° wieder verschwinde. Dieses Reagens wäre auch in unserem Falle anzuwenden.

Uebrigens werden diese Untersuchungen fortgesetzt werden.

XII. **Bedeutung der proteolytischen Enzyme der Bacterien im Organismus.**

Es ist sehr wahrscheinlich, dass die proteolytischen Fermente der Mikroben im thierischen Körper keine physiologische und pathologische Rolle spielen.

Da im Munde, im Darme Enzym bildende Bacterien [2]) vorhanden sind, so werden auch Bacterienenzyme darin vorhanden sein. Doch kann ihre verdauende Rolle einestheils wegen der geringen abgesonderten Menge, anderntheils wegen der schwachen Wirkung, die sie ausüben (auf Fibrin wirken die meisten gar nicht), sowie ihre zerstörende Wirkung bei Eiterung, Gangrän etc. nur eine unbedeutende sein [3]).

Ausserdem befinden sich im Darme viel energischere Enzyme und in weit grösserer Menge (Trypsin), als die Bacterien sie absondern [4]).

Toxine und Enzyme.

Es ist sehr unwahrscheinlich, dass die Enzyme bei den Infectionskrankheiten eine toxische Wirkung ausüben; mit den Toxinen können dieselben nicht identisch sein.

1) Jahresbericht der Thierchemie. Bd. 10. 1880.

2) Unter 36 im Munde gefundenen Mikrobenarten bildeten blos 9 ein Ferment, und von 26 im Darm gefundenen blos 8.

3) Unter 28 im Eiter gefundenen Bacillen bildeten 8 ein verflüssigendes Enzym.

4) Eine viel grössere, wenn auch nicht notwendige Rolle als die Bacterienenzyme spielen bei der Darmverdauung die Bacterien selbst.

Die Enzyme werden demnach kaum etwas mit den Brieger-schen Toxinen oder mit den sogenannten Toxalbumosen gemein haben.

Mit den Brieger'schen Ptomainen deshalb nicht, weil dies krystallinische, in Alkohol lösliche, die Siedehitze ertragende Körper sind; mit den Toxalbumosen aus dem Grunde nicht, weil von 141 beschriebenen pathogenen, d. h. Toxine bildenden Bacterien blos 26 ein proteolytisches Enzym ausscheiden, und unter 134 bekannten Enzym bildenden Mikroben nur 25 pathogen sind, d. h. Toxine bilden.

Die grosse Mehrzahl der Toxine sind also keine Enzyme und umgekehrt. Es wäre auch höchst unwahrscheinlich, dass die einen Toxine Enzyme wären, die anderen nicht,

Tizzoni und Cattani[1]) schliessen, von der Beobachtung ausgehend, dass der von ihnen auf Bouillon cultivirte Tetanusbacillus im Gegensatz zu dem, was in Gelatine-Culturen vorkommt, weder die Toxine noch das Enzym bildet, ferner aus der Thatsache, dass beide Körper bei demselben Erhitzungsgrad und durch Einwirkung von Milchsäure unwirksam werden, ausdrücklich darauf, dass das Tetanustoxin und das Ferment ein und derselbe Körper sind.

Dieser Schluss ist indess noch nicht anderwärts bewiesen, und die oben erwähnten übereinstimmenden Verhältnisse können auf reinem Zufall basiren.

Nach den genannten Autoren soll das Tetanusgift durch concentrirte Alkalien nicht zerstört werden. Dies ist jedoch nicht der Fall bei diesen Enzymen; sie werden sämmtlich schon durch einstündige Einwirkung von Kali- oder Natronlauge 2 bis 5 % vernichtet.

Ferner würde auch die von Kitasato[2]) angegebene Thatsache, dass das Tetanusgift durch Einwirkung von Alkohol, Karbolsäure 1,5 %, sowie durch langes Stehenlassen im Sonnen-

1) Centralbl. für Bacter. Bd. VIII. 1890. S. 69.
2) Zeitschr. f. Hyg. Bd. X, Heft 11. S. 269. 1891.

licht (18 Stunden) zerstört wird, aber nicht durch 0,2 % Kalilauge, 7 % Essigsäure, 0,2 % Salzsäure, nicht für die Identität beider Körper sprechen [1]).

Immerhin kann man annehmen, dass wegen der grossen Empfindlichkeit der Enzyme und der Toxalbumosen zwischen beiden eine Verwandtschaft in gewissem Grade herrsche.

Beide Körper nähern sich mehr dem lebenden Protoplasma als den gewöhnlichen chemischen Stoffen. Die Toxalbumosen sind auch sehr wahrscheinlich keine einfachen Zersetzungsproducte des Eiweisses. Ausserdem bringt meinen Versuchen zufolge ein viel energischeres proteolytisches Enzym, wie das Trypsin ist, subcutan eingespritzt, an Thieren keine schädliche Wirkung hervor [2]). So habe ich im vorigen Jahre einem Meerschweinchen 5 ccm einer Lösung von 1 : 500 bis 130° im trockenen Zustande sterilisirtes wirksames Trypsin subcutan injicirt, ohne die geringste Einwirkung auf das Thier zu bemerken.

Zum gleichen Ergebnisse gelangte hier im Institut Dr. Gabritschewsky nach subcutaner Einspritzung an einem Kaninchen.

Ich habe jüngst den Versuch an noch emfindlicheren Thieren, an Mäusen, wiederholt, und bei Einspritzung grösserer

1) Diese Frage könnte man übrigens unschwer auf folgende Art entscheiden:

1. Man müsste z. B. solche Toxine und Ferment bildende Bacterien auf Nährböden züchten, auf denen kein Ferment abgesondert wird, und dann prüfen, ob auch die Toxine gebildet werden; z. B. B. pyocyaneus auf Nährsalzen mit Zucker; viele pathogene Bacterien auf Kartoffeln und anderen kohlehydrathaltigen Nährsubstraten.

2. Dem Nährboden Stoffe hinzusetzen, welche die Ferment- oder Toxinbildung verhindern.

3. Das Enzym durch Erhitzen, Alkalien etc. zerstören und untersuchen, ob die Toxine nicht noch wirksam wären etc.

2) Die von Albertoni u. A. beobachtete Wirkung von Seite des Trypsins auf das Blut, wenn dasselbe in die Blutgefässe eingespritzt wird, entsteht auch, wenn man statt des Trypsins, Ptyalin, Diastase sowie Pepton nimmt, sogar, wenn die oben genannten Enzyme vorher durch Hitze zerstört werden. (Salvioli.)

Mengen Trypsins (bis 1 dg) sogar hielten sich dieselben stets munter und blieben gesund.

Eine dieser Mäuse wurde nach 24 Stunden getödtet, und alle Organe (Milz, Leber, Nieren, Herz, Muskeln, Lungen)[1]) mittels der Gelatinmethode direct auf Trypsin untersucht. Es fand sich jedoch keine Spur des letzteren. Daher ist es wahrscheinlich, dass auch die Pilzfermente ebenso schnell im Organismus zerstört werden als das Trypsin.

Es sei mir hier die Bemerkung erlaubt, dass heutzutage mit dem Ausdruck und Begriff »Enzym« viel Missbrauch getrieben wird. Sobald man eine durch Alkohol ausfallende, in Glycerin sich lösende unbekannte Substanz, die in kleiner Menge irgend welche Wirkung ausübt, vor sich hat, will man sogleich von einem Enzym sprechen. Nach Ogata sollten sogar durch Milzbrand immunisirte Thiere ein immunisirendes Ferment enthalten (1).

Unter »Enzym« sind aber nach unseren jetzigen Kenntnissen nur Körper mit ganz bestimmten Wirkungen auf besondere chemische Stoffe (Hydratation des Eiweisses, Umwandlung der Stärke in Zucker, des Rohrzuckers in Traubenzucker etc.) zu verstehen.

Zum Schlusse erfülle ich noch die angenehme Pflicht, Herrn Geheimrath Dr. Max v. Pettenkofer und Herrn Professor Dr. Emmerich für die werkthätige, liebenswürdige Unterstützung, die sie mir während der Ausführung meiner Arbeit zu Theil werden liessen, sowie für die freundliche Ueberlassung der Hilfsmittel des chemischen Laboratoriums am hygienischen Institut meinen innigsten Dank auszusprechen.

1) Nach Hoffmann (Jahresber. der Thierchem. 1887 S. 193. Ueber das Schicksal einiger Fermente im Organismus) soll das Trypsin, in die Venen injicirt, nach 5—10 Minuten blos in Spuren in der Leber, Milz, Niere, in den Lungen (!) zu finden sein. Harn und Blut seien frei davon.

Ueber einige Arten in Calcutta vorkommender Cholera-kommabacillen. [1])

Von

Surgeon-Major **Douglas Cunningham**
M. B., F. R. S.
Bengal Medical Service.

Deutsch von **Emma Emmerich.**

Im Frühjahr des vergangenen Jahres legte ich der Gesundheitscommission der indischen Regierung einen kurzen Bericht vor, der die Resultate einer Reihe von Untersuchungen enthielt, welche darthaten, dass verschiedene, deutlich unterscheidbare Arten von Kommabacillen bei Cholerafällen in Calcutta vorkommen, und dass man deshalb vernünftiger Weise nicht länger eine individuelle Art als speciell in causalem Zusammenhang mit der Krankheit stehend annehmen könne. Seither habe ich mich beständig damit beschäftigt, dem Gegenstand weiter nachzuforschen und ich beabsichtige jetzt hier, einen ausführlichen Bericht über die erlangten Ergebnisse niederzulegen.

---

[1]) Scientific Memoirs by Medial Officers of the Army of India. Part. VI.

Buchner, Gruber, Hueppe u. A. haben zwar schon darauf aufmerksam gemacht, dass Mikroorganismen ihre morphologischen Formen und biologischen Eigenschaften unter verschiedenen Umständen sehr verändern können, so dass vielleicht auch die von Cunningham in Calcutta bei Cholerakranken gefundenen verschiedenen Kommabacillen doch nur Varietäten des Koch'schen Bacillus sein könnten, — aber die Frage ist von so grosser Tragweite, dass sie fortgesetzte Beobachtung erheischt. Die von Cunningham S. 69 u. f. beschriebene Spezies δ, welche die Gelatine nicht verflüssigt und in Bouillonculturen die Cholerarothreaktion nicht gibt, ist jedenfalls eine andere Species. — Die Abbildungen, welche dem englischen Texte beigegeben sind, fehlen bei der hier folgenden Uebersetzung, da die Abhandlung auch ohne sie verständlich ist. (M. v. P.)

Es mag befremdlich erscheinen, dass, während in den letzten sieben Jahren der Frage von dem Zusammenhang der Kommabacillen mit der Cholera so viel Aufmerksamkeit zugewendet wurde, erst jetzt nachgewiesen wird, dass nicht eine, sondern eine Anzahl bestimmter Arten solcher Organismen mit der Krankheit in Zusammenhang stehen; doch ist es nicht schwer, eine Erklärung für die Verzögerung dieser Erkenntniss, besonders was die europäische Forschung anlangt, zu finden. Natürlich wandte man die Aufmerksamkeit in erster Linie darauf, festzustellen, ob Koch's Behauptungen in Bezug auf die Association von Kommabacillen und Krankheit wohlbegründete waren — ob sich das Cholera-material speciell dadurch, dass es solche Organismen enthielt, auszeichnete — und in jenen Fällen, wo solche vorhanden waren, nahm man gern ohne weitere Nachforschung an, dass sie nothwendiger Weise zu der Art gehörten, welche als die dem Cholera-material charakteristische von Koch beschrieben worden war. Es geschah dies um so bereitwilliger, als, wenigstens in vielen Punkten, die anderen am gewöhnlichsten vorkommenden Arten untereinander und zu der Koch'schen speciell in Bezug auf die bei der Cultur sich darbietenden Erscheinungen Aehnlichkeiten aufweisen, so dass, nachdem die Aufmerksamkeit nicht auf diesen Punkt gelenkt wurde, die Schlussfolgerung, man habe es mit einer einzigen Art zu thun, eine sehr naheliegende war. Natürlich ist es an solchen Orten wie Calcutta, wo die Krankheit mehr oder weniger das ganze Jahr hindurch vorkommt, bedeutend leichter, zu einer Unterscheidung der verschiedenen Arten zu gelangen, als in europäischen Gebieten, wo die Krankheit nur in langen Zwischenräumen in Gestalt temporärer und heftiger Epidemien auftritt. Es ist ferner auch ganz leicht möglich, besonders wenn man in Betracht zieht, dass Koch's Untersuchungen sich auf die kalte Jahreszeit in Indien beschränkten, dass seine Species die in Europa am häufigsten vorkommende ist. Andererseits finden wir bei europäischen Untersuchungen Thatsachen vor, welche es, im Licht unserer heutigen Information betrachtet, höchst wahrscheinlich erachten lassen, dass auch in Europa verschiedene Forscher mit verschiedenen Arten zu schaffen hatten,

während sie glaubten, sich mit einer einzigen zu beschäftigen. Nur unter dieser Voraussetzung scheint es möglich, sich die widersprechenden Behauptungen, welche von Zeit zu Zeit über viele Punkte in der Lebensgeschichte der Cholerakommabacillen in Europa aufgestellt wurden, zu erklären.

Dass ein so erfahrener und gewandter Forscher, wie Professor Hüppe in Prag, sich bei seinen Beobachtungen über die Sporenbildung der Cholerakommabacillen geirrt haben sollte, ist von vornherein unwahrscheinlich; viel wahrscheinlicher ist, dass der Widerspruch zwischen seinen Ansichten und denjenigen anderer hervorragender Forscher einfach mit der Thatsache zusammenhängt, dass sich wirklich mehr als eine Art in der Beobachtung befanden. Das Gleiche ist anzunehmen, wo in Bezug auf die Möglichkeit der Züchtung von Cholerakommabacillen in sauren Medien von verschiedenen Beobachtern widersprechende Behauptungen aufgestellt wurden. Wie wir später zeigen werden, weichen in dieser Beziehung die in Calcutta anzutreffenden Arten ganz beträchtlich von einander ab, so dass Koch's ursprüngliche Feststellung von der Culturunfähigkeit seiner Art in derartigen Medien höchst wahrscheinlich darauf zurückzuführen ist, dass er sich thatsächlich mit einer hiedurch charakterisirten Art beschäftigte, und dass die widersprechenden Aussagen verschiedener Beobachter in Europa nicht nothwendiger Weise auf ungenügende Beobachtung in irgendwelcher Beziehung zurückzuführen sind. Als einen mehr positiven Beweis von dem Vorhandensein einer Mehrzahl von Arten in Europa haben wir Zäsleins Beobachtungen über die bei verschiedenen gleichzeitigen Choleraepidemien in verschiedenen Orten — Genua, Neapel und Palermo — gefundenen Unterschiede, welche die Kommabacillen aufwiesen.[1])

Koch's Entdeckung war eine so frappante und schien ein solcher Fortschritt gegenüber früheren Beobachtungen, dass man sich wenig darüber wundern muss, wenn man anfangs vermuthete, sie habe eine grössere Bedeutung, als in Wirklichkeit der Fall

[1]) »Ueber die Varietäten des Koch'schen Kommabacillus« (Deutsche Med. Zeitung 1886 Nro. 64 u. 65).

war. Zweifellos war, was die grosse Mehrzahl der Cholerafälle anlangt, Koch ganz im Recht, wenn er behauptete, dass das Vorhandensein grosser Mengen von Kommabacillen im Darminhalte eine charakteristische, ja gewissermaassen diagnostische Erscheinung der Krankheit sei; und es ist nicht zu verwundern, dass die Frage über die spezifische Identität der in verschiedenen Fällen gefundenen Kommabacillen anfänglich zu Gunsten von Untersuchungen vernachlässigt wurde, welche sich mit der Beständigkeit ihres Vorkommens und den eventuell pathogenen Eigenschaften der Kommabacillen befassten. Dazu ist glücklicher Weise in Europa das Cholerамaterial selten und nur zeitweise zu erlangen, so dass dort die Bedingungen zu vergleichenden Studien über die Eigenschaften der in verschiedenen Fällen und an verschiedenen Orten angetroffenen Organismen keine günstigen sind, da viele von einander unabhängige Untersuchungen möglicher Weise mit Culturen, welche einer gemeinsameu Herkunft entstammen, ausgeführt werden.

Dass die Vielfältigkeit der Arten der Beobachtung in Indien und speziell in einem endemischen Gebiet wie Calcutta, wo das ganze Jahr hindurch frisches Material zu haben ist, so lange unentdeckt bleiben konnte, ist nicht so leicht zu entschuldigen und lässt sich nur durch die kleine Zahl der an Ort und Stelle vorhandenen Forscher und die Thatsache erklären, dass die Aufmerksamkeit anfänglich in andere Bahnen gelenkt war, so dass das Auftreten von kleinen Widersprüchen bei in verschiedenen Fällen zur Beobachtung kommenden Erscheinungen nicht auffiel. Dass solche kleine Widersprüche sich gelegentlich bei meinen eigenen Untersuchungen einstellten, kann ich jetzt deutlich erkennen; seiner Zeit aber wurden sie als bedeutungslos übergangen, ohne dass sie mich auf die Vermuthung des möglichen Vorhandenseins mehrerer Arten gebracht hätten. Die Thatsache, dass infolge gewisser Temperaturverhältnisse, welche während eines grossen Theils des Jahres ausschlaggebend sind, Agar-Agar die gewöhnliche Gelatine als Nährmittel zu ersetzen hat, war zweifellos ein Grund, warum die Verschiedenheit der Arten der Beobachtung entging, da keiu Zweifel darüber bestehen

kann, dass letzteres Nährmittel weit günstiger ist, als ersteres, wenn es sich darum handelt, die specifischen Eigenthümlichkeiten bei der Züchtung von Bacterien zu demonstriren, jedenfalls aber traten damals von Zeit zu Zeit Erscheinungen ein, welche ich jetzt als sehr charakteristische anzusehen gelernt habe.

Bei der Beschäftigung mit den septikämischen Erscheinungen, welche sich manchmal bei Meerschweinchen einstellen, die mit subcutanen Injectionen von Kommabacillen behandelt worden waren, wurde beobachtet, ja sogar speciell berichtet, dass sehr verschiedene Resultate erhalten wurden, wenn das Injectionsmaterial von Culturen stammte, deren Serien verschiedenen Cholerafällen entnommen waren. Denn kleine Dosen von gewissen Culturen verursachten unfehlbar den Tod des Versuchsthieres, während viel grössere Quantitäten einer Cultur anderer Herkunft sich ebenso gewiss unschädlich in ihrer Wirkung verhielten. Verschiedene unterscheidbare Eigenthümlichkeiten in den Wachsthumsverhältnissen solcher Culturen, welche verschiedener Herkunft waren, aber unter genau den gleichen Züchtungsbedingungen standen, wurden ebenfalls von Zeit zu Zeit bemerkt. In gewissen Fällen waren diese sogar sehr auffallend. So zeigten sich zum Beispiel bei einer Reihe von Experimenten, welche im Anfang des Jahres 1889 ausgeführt wurden, betreffs des von Hueppe beschriebenen Vorkommens von Sporenbildung höchst verblüffende Unterschiede in Bezug auf die Art des Wachsthums verschiedener Kommabacillenculturen, welche den gleichen Nährmittel- und Temperatnrbedingungen ausgesetzt waren. Einige zeigten in peptonhaltiger Bouillon fast gar keine Neigung, sich zu Schraubenformen zu vereinigen, während bei anderen solche Fäden den charakteristischen Zug der Cultur bildeten. Bei einer Cultur von Kommabacillen der letzteren Klasse zeigten die Schrauben sehr deutliche Eigenthümlichkeiten, in der letzten Periode ihrer Existenz, indem die grössere Zahl der Wuchsformen sich schliesslich nicht mehr gut färben liess, während einzelne tiefe Färbung annahmen, und damit zugleich eine Veränderung in der Form eintrat. Sie verflachten sich und wurden dicker, so dass schliesslich die Spirillen wie blasse Fäden erschienen, auf welchen in

Zwischenräumen tiefgefärbte Perlen eingezogen waren. So vollkommen aber beherrschte der Gedanke, dass die Cholerakommabacillen nothwendiger Weise die Koch'schen Bacillen sein müssten, alle Untersuchungen, dass die durch diese Erscheinungen so nahe vor Augen geführte Thatsache unbeachtet blieb; man hielt das Ding für sonderbar, ging aber darüber hinweg als über das Resultat uncontrolirbarer Unterschiede in den äusseren Bedingungen, welche ihren Einfluss auf ein und dieselbe Art von Organismen geltend machten. Dies ging selbst so weit, dass, als im Sommer 1889 eine Probe von Cholerамaterial, welche gedrängt voll gesund aussehender Kommabacillen war, sich als uncultivirbar in allen gewöhnlichen Nährmitteln erwies, man annahm, die Erscheinung sei dadurch veranlasst worden, dass irgend etwas schädlich Wirkendes mit den Bacillen vor der Untersuchung in Berührung gekommen sei.

Wie in so vielen anderen Fällen wurde die Entdeckung von der Mehrheit der Arten nicht infolge direct dahin gerichteter Versuche gemacht, sondern im Laufe der Forschung nach der alten Frage von der steten Association von Koch's Kommabacillen mit Choleramaterial. Da im vorhergegangenen Jahre festgestellt worden war, dass zu gewissen Zeiten eine grosse Anzahl von Fällen, welche die wesentlichen Cholerasymptome aufweisen, in die Spitäler aufgenommen und dort als Cholerafälle diagnosticirt und behandelt werden, ohne dass der Darminhalt auch nur eine Spur von Kommabacillen aufweist, erschien es wünschenswerth, noch einmal dem Gegenstand gewissenhaft nachzuforschen, mit dem Zweck, wenn möglich festzustellen, ob die Erscheinung mit einem Fehler in der Diagnose oder der Unbeständigkeit der Association von Kommabacillen und Cholera zusammenhänge. Es wurden also Einrichtungen getroffen, um sich Material von allen, als wirkliche Cholera angesehenen Fällen in drei der bedeutendsten Spitälern Calcutta's zu sichern. Die mit der Lieferung des Materials betrauten Anstalten waren das General Hospital, das Medical College Hospital und das Sealdah Pauper Hospital, wobei erstere als Wegweiser für die Bedingungen, unter welchen die Krankheit bei Europäern verläuft, die beiden

letzteren ebenso in Bezug auf die eingeborene Bevölkerung dienen sollten.

Es ist kein vernünftiger Grund zur Annahme vorhanden, dass das Material, welches die später zu beschreibenden verschiedenen Arten von Kommabacillen aufwies, nicht von echten Cholerafällen stammte; sie wurden als solche von Aerzten, welche langjährige Erfahrung in dieser Krankheit besassen, diagnosticirt, die Symptome waren charakteristisch, und die Sterblichkeit betrug 62,5%. Einzelheiten über jeden speciellen Fall werden später angeführt, aus welchen ersehen werden wird, dass sie sich auf die eingeborene Bevölkerung Calcuttas, europäische, kürzlich in Calcutta angekommene Matrosen und schon längere Zeit in Indien ansässige Europäer beziehen.

Sehr bald, nachdem die Untersuchungen begonnen hatten, wurde die Bemerkung gemacht, dass Kommaculturen, welche von aus dem Medical College bezogenem Material erhalten worden waren, gewisse, immer wieder vorhandene distincte Eigenthümlichkeiten aufwiesen, in welchen sie sich wesentlich von den genau ebenso behandelten Culturen, welche dem General Hospital entstammten, unterschieden; und da einmal die Aufmerksamkeit hierauf gelenkt war, und besondere Untersuchungen über den Gegenstand eingeleitet waren, wurde es bald augenscheinlich, dass man es mit wenigstens zwei verschiedenen Arten von Cholerakommabacillen zu thun hatte. Die specifische Verschiedenheit der gleichzeitig aus dem Sealdah Pauper Hospital bezogenen Kommabacillen war nicht ebenso rasch und leicht zu entdecken, da jene viel Aehnlichkeit mit den dem Medical College Hospital entstammten zeigten; doch wurde bei genauerer Beobachtung auch deren Verschiedenheit zur Evidenz nachgewiesen.

Im Anfang des Jahres 1890 enthielten also die drei Hauptspitäler in Calcutta Cholerafälle, welche sich weder in den Symptomen noch der Sterblichkeit von einander unterschieden, und alle durch das reichliche Vorhandensein culturfähiger Kommabacillen im Darminhalt charakterisirt waren, aber diese letzteren bestanden nicht aus einer, sondern aus drei verschiedenen

Arten, deren eine sich in dem vom General Hospital, die zweite in dem vom Medical College Hospital und die dritte in dem vom Sealdah Pauper Hospital bezogenen Material vorfand. Bald stellte sich ein Rückgang im Auftreten der Cholera ein, und mehrere Wochen verstrichen, ehe neues Material erhalten wurde. Der erste Fall, welcher hierauf als Bezugsquelle diente, wurde im General Hospital behandelt, und die einzige in den Entleerungen vorhandene Art von Kommabacillen war so auffallend verschieden von denen, welche vorher erhalten worden waren, dass kein Zweifel darüber bestehen konnte, dass hier eine vierte Art vorlag. Der Fall war insofern ein merkwürdiger, als er, wie es manchmal vorkommt, in dem Spital selbst entstand, zu einer Zeit, wo dasselbe keine ausserhalb Erkrankten beherbergte. Nach einer weiteren Pause kamen in kürzeren Zwischenräumen zwei Fälle vor; der eine kam im Hafen vor und wurde im General Hospital behandelt, der zweite war abermals intern. Die Kommabacillen, welche der letzte Fall aufwies, schienen unzweifelhaft von der gleichen Art zu sein, wie diejenigen, welche die Fälle im Anfang des Jahres im gleichen Spital charakterisirten, die Kommabacillen des ersten Falles aber zeigten gewisse constante Eigenthümlichkeiten, welche das Vorhandensein einer fünften Art nachwiesen. Der nächste Fall wurde in das Medical College Hospital im letzten Theil des Monat Juni aufgenommen, und die Reiswasserstühle ergaben hier nicht weniger als drei weitere neue Arten.

Wie dies gewöhnlich der Fall ist, nahm die Häufigkeit der Krankheit während der Regenzeit ab und dann wieder im Anfang des kalten Wetters zu, und zu dieser Zeit gelangte das Material von drei frischen Fällen zur Untersuchung. Der erste wurde im General Hospital am 17. November eingebracht und lieferte Kommabacillen von derselben Art, wie die dort behandelten Fälle im Anfang des Jahres, während die beiden anderen am 24. und 25. November im Medical College aufgenommenen Fälle jeder für sich eine neue Art ergaben.

Die Gesammtzahl derjenigen Fälle, welche Untersuchungsmaterial lieferten, betrug sechzehn im Laufe dieses Jahres, und

hieraus wurden nicht weniger als zehn verschiedene Arten von Kommabacillen erhalten, deren charakteristischen Merkmale zunächst betrachtet werden müssen. Bei der detaillirten Beschreibung der verschiedenen Arten beabsichtige ich inzwischen nicht, dieselben durch eine bestimmte Terminologie zu bezeichnen, sondern sie nur durch Buchstaben von einander zu unterscheiden.

I. Specis *α*. — Bemerkungen über die Cholerafälle, von welchen die Art erhalten wurde.

1. Udit Tewari; Hindu; Alter 28 J.

Aufgenommen im Medical College Hospital am 21. Januar und am gleichen Tage dort gestorben.

Symptome. — Erbrechen, Durchfall, Harnretention etc.

Art der Entleerung, von welcher die Kommabacillen erhalten wurden: Sie bestand aus einer klaren, wässerigen alkalischen Flüssigkeit und reichlichen weissen, zähen Flocken. Der Geruch ekelhaft und charakteristisch. Deckglaspräparate der Flöckchen zeigten, dass diese anscheinend aus reinen Culturen von Kommabacillen bestanden, und Plattenculturen ergaben reichliche Colonien der gleichen Bacterien.

2. Ranaup Chahravarti; Hindu; Alter 25 J.

Aufgenommen in das Medical College Hospital am 10. Februar und einige Zeit später entlassen.

Symptome: — Erbrechen, Durchfall, Harnretention etc.

Art der Entleerung, von welcher die Kommabacillen erhalten wurden: Sie bestand aus einer durchsichtigen, graulichen, alkalischen, wässerigen Flüssigkeit und zahlreichen grossen, zerfetzten, weissen Flocken. Der Geruch war ekelhaft und charakteristisch. Deckglaspräparate zeigten sich als eine fast reine Cultur tiefgefärbter Kommabacillen, und Plattenculturen ergaben ein reichliches Wachsthum von Colonien derselben Art.

3. Rajpati Upadhya, Hindu.

Aufgenommen in das Medical College Hospital am 14. Februar und gestorben am Frühmorgen des 17 Februar.

Symptome: Erbrechen, Durchfall, Harnretention etc.

Art der Entleerung, von welcher die Kommabacillen erhalten wurden: Sie bestand aus einer wässerigen, grauen alkalischen Flüssigkeit und reichlichem, weissem, staubartigem Niederschlag. Der Geruch unangenehm. Deckglaspräparate zeigten, dass die Entleerung Schizomyceten von verschiedenen Arten war, während die Kommabacillen sich nur in geringer Zahl vorfanden. Plattenculturen ergaben nur einige wenige Colonien, alle anscheinend einer Art und aus Kommabacillen bestehend.

4. Kheta Mohun Statpati, Hindu, Alter 30 J.

Aufgenommen in das Medical College Hospital am 19. Februar, gestorben am 21. Februar.

Symptome: — Erbrechen, Durchfall, Harnretention.

Art der Entleerung, welcher die Kommabacillen entnommen wurden: Sie bestand aus einer schmutzigen, graulichen, wässerigen, alkalischen Flüssigkeit und reichlichem, weissem, staubartigem Niederschlag. Deckglaspräparate zeigten, dass sie voll Schizomyceten verschiedener Arten war, unter welchen kaum einige Kommabacillen entdeckt werden konnten, Plattenculturen aber ergaben eine reichliche Zahl von Colonien, fast alle von einer Art und aus Kommabacillen bestehend.

Die Elemente dieser Art zeichnen sich morphologisch durch ihre verhältnissmässig bedeutende Grösse aus, wie auch durch geringe Krümmung und Stumpfheit; alle diese Merkmale zeigen sich mit merkwürdiger Beständigkeit, bei Culturen in irgend einem Nährmittel, in welchem überhaupt Entwickelung stattfindet. Sie haben ferner eine starke Neigung zur Aggregation.

Bei Deckglaspräparaten von Culturen aller Arten von Kommabacillen wurde ohne Ausnahme folgendermaassen verfahren: Ein Tropfen frisch sterilisirter, neutraler Salzlösung wurde auf das Deckglas verbracht, und das mit der Nadelspitze entnommene Material darauf vertheilt vermittelst leichter Reibung. Bei der jetzt besprochenen Species wird man, auch wenn dies so gründlich wie nur immer möglich geschehen ist, finden, dass keine gleichmässige Vertheilung der Elemente stattgefunden hat, sondern dass eine grosse Anzahl derselben so aneinander hängen bleiben, dass sie dichte Klümpchen bilden. Diese

Eigenthümlichkeit tritt mit grosser Beständigkeit auf, und zwar in Verbindung mit Material, welches Culturen in all den gewöhnlichen Nährmitteln, die angewendet wurden, entnommen worden war. Nichts derartiges findet sich bei irgend einer andern der hier behandelten Arten, ausgenommen bei Species ι. Die Neigung zur Aggregation der Elemente ist oft sehr klar zu erkennen, selbst mikroskopisch, da in den meisten Fällen wenig Anzeichen von einer Neigung zu sofortiger allgemeiner Diffusion vorhanden sind, wie so häufig erkennbar ist bei der Behandlung der übrigen Species. In vielen Fällen haben die individuellen Elemente einen deutlich perlenschnurartigen Charakter und erscheinen fast immer wie eine Reihe enggereihter Kügelchen, und in diesem Zustand haben sie viel Aehnlichkeit mit den von Watson Cheyne beschriebenen und abgebildeten Organismen, welche manchmal in Culturen von Koch's Kommabacillus vorkommen. Werden sie in neutraler Salzlösung untersucht, so zeigen sich viele der Stäbchen beweglich, doch scheint die Energie ihrer Bewegungen nicht der gewissen anderen Arten eigenen gleich zu kommen. Sie färben sich sehr tief mit Gentianenviolett, und wenn ein dickbelegtes Deckglas gefärbt wurde, so findet sich oft ein gewisser Unterschied im Farbenton, wenn man es mit ähnlichen Präparaten fast aller anderen Species vergleicht, indem das Violett eine mehr braune und weniger blaue Färbung aufweist, als bei den letzteren. Ein ähnlicher Unterschied ist oft erkennbar, wenn Saffranin zur Doppelfärbung benutzt wird; dann haben die Präparate dieser Art eine deutliche, orangefarbige Färbung im Gegensatz zu der rein rosigen der Präparate der anderen Arten.

Bei der Cultur in Fleischsaftpeptongelatine, (10% von Heinrich's „gold-label" Emulsiongelatine im Reagenzglas) welche in einer Temperatur von 16°—21° C. gehalten wurde, ist deutliches Wachsthum und Verflüssigung der Gelatine innerhalb 24 Stunden bemerkbar in Form eines kleinen Kraters und kurzen, spitzzulaufenden Trichters. Nach Verlauf von 48 Stunden hat sich der Krater verbreitert, und die Verflüssigung erstreckt sich dem ganzen Stich entlang. Die Geschwindigkeit, mit welcher die Verflüssigung erfolgt, ist grösser als bei

Culturen von Species α, ζ, η und ι und geringer als bei Culturen der übrigen Species. Die Verflüssigung geht an der Oberfläche langsam vor sich, im Vergleich mit der, welche dem Impfstich entlang stattfindet, so dass der Trichter im Verhältniss zur Mündung gross ist und nicht so spitz zuläuft, wie bei den Culturen manch anderer Species. Ich konnte nie bemerken, dass der Krater eine Luftblase enthielt, wie bei den Gelatineculturen von Koch's Kommabacillen beschrieben wird.

Bei dem Culturverfahren mit 0,8 procentigem neutralisirten Agar-Agar ist das Wachsthum verhältnissmässig langsam. Dies zeigt sich besonders deutlich bei dem Oberflächenwachsthum in Probenröhrchenculturen in solchen Fällen, wo die Consistenz des Nährmediums eine grosse ist, entweder in Folge niederer Temperatur oder längerer Aufbewahrung und daraus resultirender Verdunstung. Der Belag der Oberfläche ist verhältnissmässig dünn, vollkommen glatt und glänzend, und entweder auseinanderfliessend oder höchst leicht anhängend. (Siehe Tab. I.) Bei Plattenculturen sind die Colonien verhältnissmässig klein, und die in der Tiefe gelegenen von sehr dichter Beschaffenheit, welche Merkmale, bei sehr starker Vergrösserung betrachtet, sich sehr deutlich erkennen lassen. War das Nährmedium nicht neutralisirt worden, so beschränkt sich das Wachsthum ausschliesslich auf die Oberfläche und findet sehr langsam statt — langsamer als bei irgend einer andern Art, ausgenommen Species γ. In den meisten Fällen ergeben sich mehrere Tage lang keine sichtbaren Anzeichen von Entwickelung, und dann nur in Gestalt eines sehr dünnen, kaum sichtbaren Fädchens, welches besonders bei verhältnissmässig niederer Temperatur sehr langsam an Dicke zunimmt.

Diese Species ist gar nicht leicht bei jeder Temperatur auf Kartoffeln zu züchten, und wo man Erfolg hat, verdankt man ihn augenscheinlich, wie in anderen Fällen, gewissen chemischen Eigenthümlichkeiten in der Zusammensetzung der Kartoffel, und nicht der Temperatur, welcher man sie aussetzt. Wo überhaupt Entwickelung stattfindet, ist sie in den meisten Fällen von beschränkter Ausdehnung und bildet nur einen dünnen, kaum

erkennbaren, durchsichtigen, farblosen oder bräunlichen Belag; in einem Fall aber kamen nach einiger Zeit in diesem localisirte Verdickungen an gewissen Punkten vor. Diese wurden schliesslich von fester Consistenz, von grünlich weisser Farbe, mit gerunzelter Oberfläche, und bestanden aus dichten, Zooglöa-Massen, welche Kommabacillen verschiedener Grösse, in gelatatinösem, sich leichtfärbendem Medium eingebettet, enthielten. Reageuzglasculturen dieses Materials in Agar-Agar ergaben charakteristische Reinculturen von Kommabacillen, welche die sämmtlichen ihrer Art eigenen Merkmale aufwiesen.

Bei dem Culturverfahren in neutralem oder schwach alkalischem, peptonhaltigem Fleischsaft ist eine verhältnissmässig langsame Entwickelung oft sehr deutlich sichtbar, jedoch durchaus nicht ebenso constant wie bei Culturen auf festem Nährboden. Der Ueberzug, welcher sich schliesslich auf der Oberfläche der Flüssigkeit bildet, ist dünn und gleichmässig und zeigt fast nie eine Neigung zu der, bei gewissen anderen Arten so auffallenden, hautartigen Beschaffenheit, Trockenheit und Runzligkeit. Die Erscheinungen, welche sich bei Reagenzglasculturen einstellen, die mit Salpetersäure oder Schwefelsäure behandelt worden sind, damit das sogenannte Choleraroth sich entwickle, eine Folge des gleichzeitigen Vorhandenseins von Indol und Nitraten, sind in den Fällen, wo beide Säuren verwendet wurden, sehr charakteristisch.

Die Flüssigkeit unterscheidet sich dann von der, in welcher sich ähnlich behandelte Culturen der anderen Arten befinden, durch die Zuverlässigkeit, mit welcher sie innerhalb 24 Stunden ganz klar wird infolge der gänzlichen Deposition der anfänglich darin enthaltenen Trübung. Diese Eigenthümlichkeit zeigt sich klar als ein charakteristischer Zug in Fällen, wo die Reagenzgläser in Temperaturen von 35—37° C 72 Stunden und länger verblieben sind. 24 Stunden nach der Zeit, wo die Säuren der Flüssigkeit zugesetzt wurden, wird diese fast in allen Fällen ganz klar gefunden werden, während die Flüssigkeiten in correspondirenden Reagenzgläsern, welche andere Arten enthalten, verschiedene Grade von Trübung und Flockenbildung aufweisen. Ferner wird die Flüssigkeit

zu dieser Zeit charakterisirt durch eine mehr oder minder entschiedene braune Färbung, welche nicht regelmässig bei den andern Arten vorkommt. (Siehe Tabelle II.) Nur wenn die beiden Säuren zugesetzt werden, findet dies charakteristische Klarwerden mit Gewissheit statt, die Anwendung einer derselben allein führt zu der Entwickelung der Choleraroth-Farbe, doch bleibt die Flüssigkeit dauernd wolkig.

Die unterscheidenden Merkmale dieser Species sind also, wie folgt:

1. Die Elemente sind verhältnissmässig gross, dick, stumpf und nur leicht gekrümmt; sie färben sich tief und haben eine grosse Neigung, in dichten Klumpen zusammenzuhängen.

2. Die Entwickelung und speciell die Oberflächenentwickelung auf festem Nährboden ist eine verhältnissmässig langsame.

3. Die Fähigkeit, die Gelatine zu verflüssigen, ist geringer als bei manch anderen Arten, hinwieder beträchtlich grösser als bei wieder anderen, so dass die Art also in dieser Beziehung einen mittleren Standpunkt unter den Serien einnimmt.

4. Die Entwickelung in nicht neutralisirtem Agar-Agar ist bedeutend langsamer, als bei irgend einer andern Art.

5. Die Entwickelung auf Kartoffeln besteht gewöhnlich nur aus einem bräunlichen Belag, doch kommt sie gelegentlich in Gestalt dichter, runzliger Massen von grauweisser Färbung vor.

6. Culturen in Fleischsaft von drei- oder viertägiger Dauer klären sich rasch und vollkommen nach dem Zusatz von Salpeter- und Schwefelsäure.

II. Species β. — Bemerkungen über die Cholerafälle, von welchen diese Art erhalten wurde:

1. Thomas Langan; europäischer Matrose. Alter 36 Jahre. wurde am Morgen des 8. Januar 1890 in das General Hospital aufgenommen und starb am 9. Januar. Er war 12 Tage im Hafen von Calcutta gewesen, ehe er erkrankte.

Symptome. Erbrechen, Durchfall, Harnretention, Sinken der Hauttemperatur und Krämpfe.

Art der Entleerung, von welcher die Kommabacillen erhalten worden waren:

Sie bestand aus einer grauen Flüssigkeit voll feiner Theilchen, aber ohne grössere Flöckchen.

Die Reaction war zuerst alkalisch. Der Geruch stinkend. Deckglaspräparate zeigten ein Durcheinander von gekrümmten und geraden Bacillen und eine sehr grosse Zahl sehr schlanker, schwach gefärbter Spirillen. Plattenculturen ergaben einen reichen und augenscheinlich reinen Ertrag von Kommabacillencolonien mit sehr charakteristischem, ekelhaftem Geruch.

2. Joseph Morphy; europäischer Matrose. Alter 41 Jahre. Der betreffende war drei Wochen lang im Hafen von Calcutta gewesen, kam am 26. Januar 1890 in das General Hospital und starb am folgenden Tage.

Symptome: Erbrechen, Durchfall, Harnretention, Sinken der Hauttemperatur, Krämpfe.

Art der Entleerung, von welcher die Kommabacillen entnommen worden waren:

Sie bestand aus grauer, neutraler, wässeriger Flüssigkeit, welche einige kleine Flöckchen enthielt. Der Geruch war stinkend. Deckglaspräparate zeigten einen grossen Reichthum an Kommabacillen und grosse Mengen schlanker, schwach gefärbter Spirillen. Plattenculturen geben einen sehr bedeutenden und augenscheinlich reinen Ertrag von Colonien der Kommabacillen, mit starkem, ekelhaftem Geruch.

3. David Steer; europäischer Matrose. Alter 56 Jahre. Er wurde am 19. Mai 1890 in das General Hospital aufgenommen wegen eines Leistenbruches und bekam zwei Tage später die Cholera. Er war ungefähr 72 Stunden lang schwer krank und erholte sich dann langsam.

Symptome: Erbrechen, Durchfall, Harnretention, Sinken der Hauttemperatur, Krämpfe.

Art der Entleerung, von welcher die Kommabacillen erhalten worden waren:

Sie bestand aus einer weissen, neutralen, wässerigen Flüssigkeit und dem spärlichen Niederschlag einer weissen, staubartigen Substanz. Geruch stinkend und stark. Deckglaspräparate zeigten,

dass sie gedrängt voll Kommabacillen waren und Plattenculturen ergaben eine sehr reichliche und augenscheinlich reine Cultur der gleichen Organismen.

4. J. Williams; Europäer; seit 30 Jahren in Indien. Aufgenommen in das General Hospital am 17. November 1890 und daraus entlassen am 21. November.

Symptome: Erbrechen, Durchfall, Harnretentation und Krämpfe in den Extremitäten.

Art der Entleerung, von welcher die Kommabacillen erhalten worden waren:

Sie bestand aus einer grauen, alkalischen, wässerigen Flüssigkeit und reichlichen Schleimflöckchen von grauweisser Farbe. Deckglaspräparate zeigten einen grossen Reichthum an Kommabacillen in der Flüssigkeit und den Flöckchen, und Plattenculturen gaben Colonien von kurzen, dicken, gutgekrümmten Kommabacillen.

Die Elemente dieser Species unterscheiden sich morphologisch bedeutend von denen der vorigen. Sie sind durchaus nicht so constant in der Grösse wie die letzteren, sondern fast immer beträchtlich kleiner als jene. Man kann sie als typische Kommabacillen beschreiben, da sie kurz, dick, gutgekrümmt und in der Regel an den Enden zugespitzt sind. (Siehe Tabelle I.) Sie haben keine specielle Neigung zur Kettenbildung und verbreiten sich, in Flüssigkeit verbracht, leicht und gleichmässig durch dieselbe. In neutraler Salzlösung untersucht, charakterisiren sie sich durch ihre ungeheuer lebhaften, schiessenden und schwärmenden Bewegungen.

Ihre Fähigkeit, die Gelatine zu verflüssigen, ist bedeutend grösser, wie die der vorhergehenden Art, ja sie scheint thatsächlich grösser als bei irgend einer der anderen Arten. Die Verflüssigung findet mit besonderer Lebhaftigkeit an der Oberfläche des Nährmittels statt, und desshalb ist bei Proberöhrenculturen die ganze Oberfläche verflüssigt, zu einer Zeit, wo die correspondirenden Proberöhrchen der vorigen Species noch einen breiten Rand fester Gelatine um einen beschränkten Krater herum aufweisen. Infolge der besonders raschen Verflüssigung an der

Oberfläche nimmt das verflüssigte Gebiet die Gestalt eines spitz zulaufenden Trichters in weit höherem Grade an, als bei Culturen von Species α der Fall war.

Gelatineplattenculturen zeigen correspondirende Unterscheidungsmerkmale von denen der Species α; die Colonien entwickeln sich rascher und geben verhältnissmässig früher deutliche Anzeichen von ihrem Peptonisirungsvermögen.

Auch auf Agar-Agar ist die Entwickelung eine relativ rasche. Wenn derselbe neutral oder leicht alkalisch und relativ dicht ist, ist die Schnelligkeit der Entwickelung und speciell der Oberflächenentwickelung im Vergleich zur Species α eine sehr auffallende, und die Oberflächenentwickelung in Proberöhrchenculturen von einiger Dauer ist unverkennbar dicker als bei jenen. Sie gleicht insofern der Oberflächenentwickelung in Proberöhrchen der Species α, als sie entweder auseinanderfliesst, oder nur sehr leicht zusammenhängt, unterscheidet sich aber beträchtlich davon, insofern sie fast immer rauh oder runzlig und trocken ist. (Siehe Tabelle I.) Die Colonien, welche sich auf Agar-Agarplattenculturen entwickeln, sind grösser als die gleichalterigen der vorigen Species, auch sind sie in ihrer Beschaffenheit weniger dicht und haben eine grössere Neigung zusammenzufliessen. In neutralem Agar-Agar cultivirt, entwickelt sie sich viel rascher, besonders bei niederen Temperaturen, als Species α, denn innerhalb 24 Stunden zeigt sich schon deutlich die Entwickelung, welche mit relativer Geschwindigkeit fortschreitet, um einen Belag von beträchtlicher Dicke auf der Oberfläche des Nährmittels zu bilden. Wie im vorigen Fall findet keine beachtenswerthe Entwickelung in der Tiefe, dem Stich entlang statt. Die Entwickelung auf Kartoffeln ist in hohem Grade charakteristisch und unterscheidet sich sehr von der correspondirenden der Species α. Sie findet verhältnissmässig leicht statt, besonders wenn das Impfmaterial von einer Cultur in nicht neutralisirtem Agar-Agar genommen wird. Der Belag ist verhältnissmässig dick, von gelber Farbe, welche sich zwischen reiner Ockerfarbe bis zum blassen Schlüsselblumengelb bewegt, auch manchmal stark kanariengelb ist, und bei günstigen

Fällen erreicht die Cultur eine ganz beträchtliche Dicke. In vielen Fällen hat sie die Neigung, sich durch die Formation deutlicher Inselchen, welche schliesslich untereinander und mit der Muttermasse zusammenfliessen, peripherisch auszudehnen. Der Geruch ist stark, hat manchmal etwas hefeartiges, dann ähnelt er wieder faulen Aepfeln. In der Regel ist es nicht leicht, von Kartoffel zu Kartoffel zu übertragen, doch erhielt ich eine Reihe von Culturen, wo die Akklimatisation vollkommen stattfand, und von welchen erfolgreiche Uebertragungen seit 11 Monaten erzielt werden. Da gewisse auffällige Erscheinungen in Verbindung mit den angeführten auftreten, mögen hier einige Einzelheiten darüber Platz finden. Die erste Kartoffel der Versuchsreihe wurde am 10. Februar 1890 mit Material aus Agar-Agarproberöhrchen dieser Species geimpft. Die Entwickelung ging sehr langsam vor sich, so dass der Belag am 18. Februar nur aus einem einzigen, kleinen, erhabenen, gelben Flecken bestand. Dieser war von weicher Consistenz, und das Material aus welchem er bestand, und welches sich aus gut gebildeten Kommabacillen zusammensetzte, vertheilte sich leicht in Salzlösung, Theile davon, welche auf andere Kartoffeln übertragen wurden, erzeugten rasch sich verbreitende, dicke, weiche, gelbe Flecken, deren einer photographirt wurde (siehe Tabelle II.) und davon wurde eine fortgesetzte Serie von Culturen, welche bis heute, Januar 1891, fortgeführt wird, leicht erhalten. Die Culturen hörten fast gleich zu Anfang auf, charakteristische Kommabacillen zu ergeben, sie bestanden fast ganz aus Mikrokokkenähnlichen Partikeln, kurzen, ovalen und verschiedenen schlechtgeformten Kommabacillen. Diese hätten in manchen Culturen ein Aussehen, als ob sie aus kurzen Reihen der Mikrokokkenähnlichen Körper beständen, in anderen wieder als wären sie aus der mehr oder weniger vollständigen Verbindung zweier der ovalen Elemente aufgebaut. Agar-Agar-Röhrchenculturen, welche von ihnen abgeimpft waren, ergaben eine Zeit lang unveränderlich und rasch reichliche und reine Culturen von charakteristischen Kommabacillen. Gegen Ende April aber fing es an, schwer zu werden, bei der Uebertragung den Erfolg

zu sichern, und in einer Reihe von 12 Proberöhrchen, welche am 15. Mai geimpft wurden, ergab nur ein einziges ein Resultat. Obwohl nun hierauf, während eines Zeitraums von mehreren Monaten, die Uebertragungen von einer Kartoffel auf die andere immer mit Erfolg gekrönt waren, und fortgesetzt charakteristische, gelbe Culturen lieferten, so blieben doch alle Versuche einer Uebertragung von Kartoffeln auf Agar-Agar oder Fleischsaft ausnahmslos ohne Resultat. Die Entwickelungen auf den Kartoffeln unterschieden sich in Einzelheiten in verschiedenen Fällen. Die Farbe war immer gelb, doch schwankte sie zwischen ockerfarbig und stark kanariengelb, auch war die Consistenz nicht unveränderlich die gleiche; in manchen Fällen floss der Belag auseinander, in anderen war er mehr oder weniger fester zusammenhängend. Die Farbe schien in gewissem Grade mit den in den verschiedenen Fällen vorherrschenden mikroskopischen Wuchsformen zusammenzuhängen, denn sie war blässer, wenn ovale und abortive Kommaformen vorherrschten und stärker gelb, wenn hauptsächlich Mikrococcen ähnliche Formen vorhanden waren. Auch die Form des Belags wechselte; in den früheren Formen war sie, wie der Photograph sie zeigt, charakterisirt durch das Vorhandensein einer Randfranse von Inselchen und durch unregelmässige Umrisse, welche durch deren Zusammenlaufen verursacht wurden, eine Zeit lang aber zeigte sie sich fast unveränderlich als ein ununterbrochener Rasen mit gleichmässigen Rändern.

Das Ausbleiben der Entwickelung in Agar-Agar und Fleischsaft dauerte so lange, dass es fast aussah, als ob eine bleibende Veränderung eingetreten sei, und wären nicht mit grösster Ausdauer fortgesetzte Versuche gemacht worden, die Originalform zurückzuerhalten, so wäre man zu der natürlichen Schlussfolgerung gelangt, dass obige Vermuthung wahr sei. Endlich aber ergab Anfang October ein Proberöhrchen, welches mit einer am 27. September angesetzten Kartoffel geimpft worden war und in welchem die Entwickelung wieder die unregelmässigen Umrisse und vereinzelten Inselchen, welche die primäre Cultur charakterisirt hatten, aufwies, ein erfolgreiches Resultat. Doch war die

Entwickelung eine sehr langsame und beschränkte sich ausschliesslich auf die Oberfläche, indem sie sich allmählich um den Anfang des Impfstiches verbreitete, aber im ganzen Verlauf desselben (in der Tiefe) ausblieb.

Von diesem Zeitpunkt an waren die Uebertragungen auf Agar-Agar wieder fortgesetzt erfolgreich, doch blieb die Entwickelung immer gänzlich auf die Oberfläche beschränkt, und Uebertragungen in Fleischsaft hartnäckig ohne Erfolg. Die mikroskopischen Wuchsformen bestanden bei diesen Fällen einer theilweisen Wiedererlangung der ursprünglichen Eigenschaften zum grossen Theil aus Kommabacillen, doch boten nur wenige derselben ein normales Aussehen, die Mehrzahl behielt, wie bei dem Kartoffelbelag, ein perlschnurartiges Aussehen oder stellte sich als Doppel-Ovalform dar. Eine volle Wiedererlangung der ursprünglichen Kraft zu anaërobischer Entwickelung in Agar-Agar, verflüssigender Gelatine und in Fleischsaft zeigte sich zuerst in einer am 8. December ausgeführten Cultur, und dies blieb so in allen folgenden Culturen bis zum heutigen Tage. Selbst wo die ursprünglichen Eigenschaften voll wiedererlangt sind, macht sich gleichwohl in gewissem Grade der Einfluss des Nährmittels geltend; denn wenn man zwei Gelatineproberöhrchen gleichzeitig impft, und zwar das eine von einer Kartoffelcultur, das andere von einer Gelatine- oder Agar-Agarcultur, so zeigt sich ein bemerkenswerther Unterschied in der Geschwindigkeit, mit welcher die Verflüssigung des Nährmediums vorschreitet, da dieser Process besonders im Anfang dort bedeutend langsamer vor sich geht, wo die Kartoffelcultur zur Aussaat diente. Die Kartoffelculturen behalten den gleichen allgemeinen Charakter, welchen sie während der Periode hatten, als die Uebertragung auf ein anderes Nährmittel unmöglich war, nur ist vielleicht eine mehr beständige Neigung zur Inselbildung vorhanden; ihr mikroskopischer Charakter bleibt anscheinend unverändert, die Entwickelungen aber in Agar-Agar, gewöhnlicher Gelatine und Fleischsaft zeigen die charakteristischen Züge von Culturen typischer Kommabacillen der Species und bestehen mikroskopisch aus solchen Wuchsformen. Die Fleischsaftculturen geben eine schöne starke

Cholerarothfärbung innerhalb 24 Stunden, bilden zähe, häutige, runzlige Ueberzüge, haben die charakteristische leichte Wolkenbildung und die gewöhnliche Neigung zu beständiger Gasentwickelung nach dem Hinzufügen der Säuren, worauf wir bei der Beschreibung der Erscheinungen, welche bei Fleischsaftculturen der anderen Species eintreten, bald zurückkommen werden.

Bei dem Versuch, diese allmähliche Wiedererlangung der ursprünglichen Eigenschaften bei den Kartoffelculturen zu erklären, nachdem dieselben eine so lange Zeit lang in wichtigen Punkten verloren war, wurde zuerst vermuthet, dass die Art der Kartoffeln, welche zur Cultur diente, von Einfluss gewesen sein möchte, da verschiedene Kartoffelproben sicherlich sehr beträchtliche Unterschiede in der Constitution aufweisen, und speciell ihr Säuregehalt in bedeutendem Maasse variirt. Da jedoch jetzt ziemlich lange Zeit Kartoffelculturen auf Kartoffeln verschiedener Qualität ohne irgendwelche bemerkenswerthe Veränderung in den Haupterscheinungen gemacht worden sind, ist es nöthig, sich nach einer andern Erklärung umzusehen, und der einzige Factor, welcher mit Wahrscheinlichkeit als eine Hauptrolle spielend angesehen werden kann, ist die Lufttemperatur.

Während der kalten Periode Anfang des Jahres 1890 zeigten sich gewisse Eigenthümlichkeiten mit Beständigkeit. Als die Temperatur zunahm, wurden sie nicht mehr zuverlässig in ihrem Auftreten und dann verschwanden sie für lange Zeit gänzlich; als die Lufttemperatur anfing, beträchtlich zu fallen, fingen die Culturen an, die ursprünglichen Eigenthümlichkeiten wieder zu erlangen, und als sie jenen Grad erreicht hatte, bei welchem die Culturserien anfänglich etablirt worden waren, war die gänzliche Wiedererlangung eingetreten. Diese Erscheinungen sind jedenfalls sehr auffallend, da sie die Möglichkeit eines Ursprungs von Veränderungen von beträchtlicher Permanenz durch mehrere Generationen fortgesetzt, unter dem Einfluss äusserer Bedingungen zeigen; auch sind dieselben, wie bald gezeigt werden wird, nicht dieser Species allein eigenthümlich, sondern sie traten in mehr oder weniger paralleler Weise auch bei anderen Species ein.

Culturen dieser Art in Fleischsaft haben keine solch besonders auffallenden Merkmale, wie diejenigen, von welchen wir gerade sprechen, doch zeigen sie gewisse Eigenthümlichkeiten (siehe Tabelle II). Die wolkige Beschaffenheit der Flüssigkeit, welche der Menge der darin enthaltenen Kommabacillen zuzuschreiben ist, nimmt mit relativer Geschwindigkeit ab, und der Oberflächenüberzug hat eine grosse Neigung, eine trockene, häutige und oft bleibend gerunzelte Beschaffenheit anzunehmen. Die Behandlung mit Säuren ergibt oft eine starke Cholerarothreaction innerhalb 24 Stunden nach der Aussaat der Culturen, welche einer Temperatur von 35—37 ° C. ausgesetzt wurden. Rasches Klarwerden der mit Säure behandelten Flüssigkeiten tritt nicht so zuverlässig ein, wie bei Culturen der vorigen Art, besonders bei Culturen, welche einige Tage alt sind; auch ist nicht, wie bei jenen, die Neigung vorhanden, schliesslich eine bräunliche Färbung in der Flüssigkeit zu entwickeln. Ein anderes charakteristisches Merkmal der mit Säure behandelten Flüssigkeiten hier ist ihre specielle Neigung zu bedeutender Gasentwickelung, welche oft ziemlich lange andauert.

Die unterscheidbaren Merkmale dieser Species sind:

1. die Kommabacillen sind verhältnissmässig kurz, dick, stark gekrümmt, mehr oder weniger zugespitzt, und haben keine Neigung, sich zu Ketten zu verbinden.

2. Die Gelatine wird mit verhältnissmässiger Raschheit verflüssigt.

3. Die Entwickelung auf der Oberfläche von neutralisirten Agar-Agar ist eine relativ rasche, und der Belag, welcher gebildet wird, ist fast immer innerhalb einiger Tage trocken und rauh oder entschieden gerunzelt. Wie bei der vorigen Art ist er gewöhnlich unzusammenhängend, oder höchstens leicht adhäsiv.

4. Die Entwickelung in nicht neutralisirtem Agar-Agar ist relativ rasch.

5. Die Entwickelung auf Kartoffeln ist ganz deutlich und von anderem Aussehen, als bei anderen Species.

6. Das Häutchen bei Fleischsaftculturen hat eine grosse Neigung, membranös oder rauh und runzlig zu werden, und die

Flüssigkeit hat eine ausgesprochene Neigung zu reichlicher und andauernder Gasentwickelung, wenn sie mit Säuren behandelt wurde.

III. Species γ. — Bemerkungen über die Cholerafälle, von welchen die Art entnommen wurde.

1. Motty, Hindu, erwachsen.

Aufgenommen in das Sealdah Pauper Hospital am 26. Januar 1890, gestorben am 30. Januar.

Symptome: Erbrechen, Durchfall, Harnretention, Sinken der Hauttemperatur, Krämpfe.

Art der Entleerung, von welcher die Kommabacillen erhalten worden waren: Sie bestanden aus einer rothbraunen, alkalischen, wässerigen Flüssigkeit und dem reichlichen Niederschlag einer grauen, staubartigen Substanz. Geruch stark und stinkend. Deckglaspräparate zeigten wenig deutliche Kommabacillen, aber eine grosse Anzahl kleiner, gerader Bacillen, welche oft dichte Aggregate um den bleibenden Kern herum, welcher in der Substanz der kleinen Flöckchen vorhanden war, bildeten. Plattenculturen ergaben nur eine geringe Zahl von Colonien, alle scheinbar von einer Art und zusammengesetzt aus wohlgebildeten Kommabacillen.

2. Siboo, Hindu, erwachsen.

Aufgenommen in das Sealdah Pauper Hospital am 1. Februar 1890, gestorben am Morgen des 2. Februar.

Symptome: Erbrechen, Durchfall, Harnretention, Sinken der Hauttemperatur, Krämpfe.

Art der Entleerung, von welcher die Kommabacillen erhalten worden waren: Sie bestand aus einer grauen, schwachsauren, wässerigen Flüssigkeit und zahlreichen, feinen, weissen Flöckchen. Geruch stinkend. Deckglaspräparate zeigten Mengen von kleinen, geraden Bacillen und Mikrokokken und auch sehr kleine Kommabacillen. Plattenculturen ergaben eine beschränkte Zahl von verhältnissmässig grossen, oberflächlichen, isolirten Colonien, welche augenscheinlich aus Kommabacillen bestanden.

In fast allen Fällen sind die morphologischen Charaktere der Wuchsformen dieser Species sehr verschieden von denen der beiden vorigen Arten. Die Wuchsformen sind in der Regel von beträchtlicher Grösse, verhältnissmässig schlank, nur leicht gekrümmt und zugespitzt. Sie zeigen nicht das grobe, stumpfe Aussehen und die Neigung zur Kettenbildung, wie die der Species α, noch sind sie kurz, dick und stark gekrümmt, wie die der Species β In geeigneter Flüssigkeit zeigen sie active Beweglichkeit. Bei der Züchtung in neutralisirter, gewöhnlicher Gelatine verflüssigen sie das Nährmittel rascher, als die von Species α, aber nicht so rasch wie die von Species β. In den ersten Culturstadien hat das verflüssigte Gebiet die sehr ausgesprochene Neigung, eine sonderbare, kelchartige Form anzunehmen, ganz verschieden von der, wie sie Culturen irgend einer der anderen Species aufweisen.

Auf neutralisirtem Agar-Agar wachsen sie rasch, sowohl auf der Oberfläche wie in der Tiefe um den Impfstich herum. Der Oberflächenbelag ist weder so beständig glatt und polirt, wie der bei Species α, noch so rauh und runzlig, wie der bei Species β. Wie bei den beiden vorigen ist er entweder ganz unzusammenhängend oder nur leicht adhäsiv. Die Entwickelung in nicht neutralisirtem Agar-Agar ist viel langsamer als bei Species β. Sie tritt später ein, als dies bei irgend einer andern Specis, α ausgenommen, stattfindet, und bildet wie bei letzterer erst ein kaum bemerkbares Fädchen. Entwickelung im Impfstich ist keine vorhanden.

Sie ist durchaus nicht so leicht auf Kartoffeln zu züchten. wie Species β. In den Fällen, in welchen sie gedeiht, bildet sie ziemlich dünne, braune Strata mit unregelmässigen Rändern und linürter Oberfläche, gleicht dabei mehr als irgend etwas anderes den schalenförmigen lichen-thalli und hat einen ekelhaften Geruch. Die mikroskopische Wuchsform besteht aus gut gebildeten Kommabacillen. Sie wurde bis jetzt niemals mit Erfolg von einer Kartoffel auf die andere übertragen, selbst nicht, wenn die Entwickelung wirklich kräftig zu sein schien, und in keinem Fall wurden irgend welche Modificationen

in der Form der Elemente beobachtet, wie sie die vollständige Akklimatisation auf Kartoffel bei der vorigen Art begleitete.

Culturen in Fleischsaft zeigen keine besonderen Merkmale in ihrer natürlichen Beschaffenheit. Mit Salpetersäure und Schwefelsäure behandelt, zeigen die Flüssigkeiten innerhalb 24 Stunden nach der Aussaat die schön entwickelte Farbe des Choleraroth. Sie unterscheiden sich von denen der vorigen Species dadurch, dass sie nicht die Neigung haben, sich rasch zu klären, so dass sie in den meisten Fällen 24 Stunden nach der Behandlung mit den Säuren deutlich wolkig, und kaum jemals klar sind. (Siehe Tab. 2.)

Die Hauptmerkmale dieser Species sind:

1. der morphologische Charakter der Elemente;
2. die langsame Entwickelung in nicht neutralisirtem Agar-Agar;
3. die braune Farbe des Belags von Kartoffelculturen;
4. das Nichtvorhandensein irgend welcher Neigung zu raschem und vollständigem Klarwerden der mit Säuren behandelten Bouillonculturen.

IV. Specis δ. — Bemerkungen über die Cholerafälle, von welchen die Art erhalten wurde.

1. Longman, Europäer, Alter 23 J.

Der Patient war in Indien wohnhaft und stand in Diensten der ostindischen Eisenbahn. Er wurde am 5. April in das General Hospital einer Strictur wegen aufgenommen.

Am 23. April traten Cholerasymptome ein, und der Tod erfolgte um Mitternacht des gleichen Tages.

Symptome: — Erbrechen, Durchfall, Harnretention und Collaps.

Art der Entleerung, von welcher die Kommabacillen erhalten worden waren:

Sie bestand aus einer schmutzigen, gelblich-grauen Flüssigkeit voll feiner Partikelchen und einer darüberliegenden, breiartigen, lehmfarbigen Masse. Der Geruch war stark und stinkend, die Reaction, zuerst neutral, wurde beim Abdampfen

schwach alkalisch. Plattenculturen ergaben sehr spärliche Colonien verschiedener Arten. Die am meisten vertretene Form zeigte sich in Gestalt scharf begrenzter runder Flecken auf der Oberfläche des Nährmediums. Unter dem Mikroskop und bei durchfallendem Licht untersucht, zeigten diese ein blassgelbes, homogenes Centrum, umgeben von deutlich granulösem, grauem Rande. Sie bestanden aus sehr grossen Kommabacillen, welche stark gekrümmt und häufig in lange, gebogene Fäden vereinigt waren. Keine der anderen Colonien bestand aus Kommabacillen irgend welcher Art.

Diese Species ist sehr leicht von allen anderen zu unterscheiden und scheint in der That mit jenen nicht nahe verwandt zu sein. Morphologisch zeichnet sie sich durch bedeutende Grösse und beträchtliche Veränderlichkeit der Wuchsform in verschiedenen Nährmedien aus. Die Unterschiede, welche diese in verschiedenen Fällen in Bezug auf die Krümmung aufweisen, sind sehr bedeutend. Bei einigen Culturen, wie bei der Originalcultur, ist die Krümmung eine sehr ausgesprochene; in anderen, und zwar in der Mehrzahl der Fälle, ist sie nur eine geringe und in einigen, besonders den Kartoffelculturen eines frühen Entwickelungsstadiums, verschwindet sie ganz, und es sind dann nur gerade Stäbchen zu entdecken. Wie die aller anderen Species, so besitzen auch diese Kommabacillen active Bewegungsfähigkeit. Die Entwickelung in gewöhnlicher Nährgelatine ist eine ungemein langsame und wird von keiner Verflüssigung im Verlauf des Impfstiches begleitet. Sie beschränkt sich ausschliesslich auf die Oberfläche und verbreitet sich sehr langsam um die Einstichstelle des Platindrahtes.

Bei der Cultur in neutralisirtem Agar-Agar geht die Entwickelung rasch vor sich, beschränkt sich aber gänzlich auf die Oberfläche, während im Verlauf des Impfstiches nichts zu bemerken ist. Sie bildet zuletzt ein dickes, weiches, auseinanderfliessendes, weisses Stratum, welches nicht selten einen grünlichen Anflug hat (siehe Tab. 1). In nicht neutralisirtem Agar-Agar geht die Entwickelung ebenfalls rasch vor sich, ist innerhalb 24 Stunden sehr deutlich und führt bald zu einem

ununterbrochenen dicken Belag. Auch hier fehlt die Entwickelung längs des Impfstiches. Auf sauren Nährsubstraten sind die Wuchsformen in der Form oft unverändert, viele sind fusiform oder plan-convex; deutliche Krümmung ist sehr selten.

Die Entwickelung auf Kartoffeln geht viel rascher und sicherer vor sich, als bei irgend einer andern Species. Sie tritt rasch ein und ist in vielen Fällen innerhalb 20 Stunden nach der Aussaat leicht erkennbar. Es entsteht ein dicker Belag, welcher zuerst ockerfarbig ist, aber rasch röther wird und schliesslich die Farbe stark gebrannter Terra di Sienna annimmt. Die Ränder sind unregelmässig klumpig, und die Oberfläche ist glatt und ausserordentlich glänzend und polirt.

Zuerst, und während die Entwickelung sehr rasch um sich greift, besteht sie fast ausschliesslich aus verhältnissmässig kleinen, geraden Stäbchen, in einem späteren Stadium aber sind grosse, stark gekrümmte und oft aneinander gereihte Kommabacillen in beträchtlicher Menge vorhanden. Der Geruch ist schwach, nicht unangenehm und ähnelt etwa dem faulender Aepfel. Der Entwickelung folgen sicher und rasch — innerhalb 5—6 Tagen — Veränderungen der zur Herstellung der feuchten Kammer verwendeten verdünnten alkoholischen Sublimatlösung, indem ein trockener Belag und ein reichlicher kanariengelber Niederschlag zum Vorschein kommt Aehnliche Veränderungen zeigen sich manchmal an dem mit Sublimat befeuchteten Filtrirpapier der feuchten Kammern bei Kartoffelculturen der einen oder andern Species, niemals aber mit solcher Raschheit und Regelmässigkeit, mit welcher sie bei dieser Species auftreten.

Die Entwickelung in Bouillon ist viel langsamer wie die, welche bei solchen Culturen anderer Species vor sich geht. Nachdem die Flüssigkeit 24 Stunden lang Temperaturen zwischen 35°—37° C. ausgesetzt worden war, ist sie fast ganz klar, und in manchen Fällen ist kein wahrnehmbares Anzeichen einer Entwickelung vorhanden. In anderen hat sich ein mehr oder minder ausgedehntes Häutchen gebildet, gewöhnlich in Form isolirter weisser Flöckchen von geringer Grösse, gelegentlich auch als dickes ununterbrochenes Stratum.

Stets sinkt das Häutchen bei der geringsten Bewegung leicht auf den Boden der Flüssigkeit. Deutliches Wolkigwerden der Flüssigkeit tritt mehrere Tage lang nicht, ein und ist es gerade in der Zeit am deutlichsten, wenn das anfängliche Wolkigwerden bei correspondirenden Culturen der anderen Species angefangen hat, an Intensität abzunehmen. Auf Zusatz von Salpeter- und Schwefelsäure erhält man in keiner Entwickelungsperiode der Reagenzglasculturen die Cholerarothreaction.

Die charakteristischen Merkmale dieser Species sind:

1. der morphologische Charakter der Spaltpilz-Zellen;

2. das Unvermögen, die Gelatine zu verflüssigen;

3. Unfähigkeit der anaërobischen Entwickelung in neutralisirtem Agar-Agar;

4. rasche Entwickelung in nicht neutralisirtem Agar-Agar;

5. Besondere Eigenthümlichkeit der Entwickelung auf Kartoffeln;

6. Ausbleiben der Cholerarothreaction in mit Säuren behandelten Fleischsaftculturen.

V. Species ε: Bemerkungen über den Cholerafall, von welchem die Art erhalten worden war.

Surya Kumar Kadmakar, Hindu, Alter 20 J.

Aufgenommen in das Medical College Hospital am 21 Juni und entlassen am 28. Juni.

Der Fall wurde als ein solcher von Cholera in das Spital aufgenommen und behandelt, doch konnte ich keine Berichte über die Symptomatologie erhalten, weil das betreffende Blatt verloren ging.

Art der Entleerung, von welcher die Kommabacillen erhalten worden waren:

Sie bestand aus einer weisslichen, alkalischen, wässerigen Flüssigkeit und einem spärlichen, weisslichen, staubartigen Niederschlag. Geruch stinkend. Deckglaspräparate zeigten Schizomyceten von verschiedenen Arten, unter welchen sich kleine Kommabacillen vorfanden. Plattenculturen ergaben eine reichliche Zahl von Colonien. Es schien, als ob drei Formen in ungefähr gleichem Verhältniss vertreten seien. Die erste davon

hatte eine gelbe bläuliche Färbung, wenn man die Platte schief bei durchfallendem Licht betrachtete. Sie war von beträchtlichem Durchmesser und bestand aus einem dicht zusammenhängenden Stratum kleiner, wohlgebildeter Kommabacillen. Die zweite war, wenn man sie unter den gleichen Umständen betrachtete, von rein blauer Farbe, ganz verflüssigend und bestand aus verhältnissmässig langen, schlanken Kommabacillen. Die dritte war mehr hervorgewölbt als die beiden anderen, von gelber Färbung, verflüssigend und bestand aus sehr kurzen dicken, wie aus Kugeln zusammengesetzten Kommabacillen, mit deutlichen Vacuolen, welche sich mit Gentianenviolett nur schwach färbten.

Die gegenwärtige Species war die, welche in der ersten Colonienform auftrat, die beiden nächsten Species waren durch die beiden anderen Formen vertreten.

Der morphologische Charakter der Wuchsformen variirt in verschiedenen Nährsubstraten und bei verschiedenen Züchtungsmethoden sehr beträchtlich. In allen Fällen sind sie übereinstimmend kurz und verhältnissmässig dick. In gewöhnlichen Nährgelatine gleichen sie sehr denen von Species β, da sie kurz, dick, stark gekrümmt und zugespitzt sind. In neutralisirtem Agar-Agar zeigen sie ähnliche Merkmale in Fällen, wo die Culturen mit Material angelegt wurden, welches von gewöhnlichen Gelatine- oder Agar-Agar-Culturen entnommen worden war. In nicht neutralisirtem Agar-Agar erscheinen sie manchmal nur abnorm klein, aber in anderem sind sie fast gerade und nähern sich in ihrem Aeussern denen, welche sich auf Kartoffeln entwickeln, und häufig denen in Agar-Agar, welche solchen Culturen entnommen wurden. Auf Kartoffeln sind sie in der Regel nur leicht gekrümmt und zeigen sich in vielen Fällen als kurze, gerade, längliche Körper. In Culturen von Kartoffelbelag in neutralisirtem Agar-Agar findet sich in manchen Fällen eine rasche Umkehrung zu der normalen, stark gekrümmten, und in anderen ein mehr oder minder zähes Festhalten an der geraden Form.

Sie verflüssigen die Gelatine viel langsamer als Spezies α, β und γ, und bilden eine gleichmässige, zugespitzte Röhre,

da die Auflösung nur wenig rascher an der Oberfläche, als dem Impfstich entlang vor sich geht. Die Entwickelung in neutralisirtem Agar-Agar ist rasch, sowohl an der Oberfläche als in der Tiefe, und der Oberflächenbelag ist gewöhnlich sehr dick. In einigen Fällen bleibt der Oberflächenbelag ganz glatt, in anderen wieder unregelmässig. Wie man aus Tabelle I ersehen wird, unterscheidet sie sich von dem Oberflächenbelag in correspondirenden Culturen der vorigen vier Spezies dadurch, dass derselbe sehr adhäsiv und zähe ist. In Culturen, welche in Zimmertemperatur während der Sommermonate gezüchtet wurden, zeigte sich diese Eigenthümlichkeit fast beständig, aber seit Eintritt der kalten Jahreszeit ist sie in der Regel ausgeblieben, oder sie zeigte sich nur schwach entwickelt.

Die Entwickelung in nicht neutralisirtem Agar-Agar ist eine relativ rasche und beschränkt sich gänzlich auf die Oberfläche des Nähr-Mediums.

Sie wächst nicht gern auf Kartoffeln, wenn sie nicht auf derselben akklimatisirt ist; findet aber einmal eine Cultur mit Erfolg statt, so zeichnet sich der Belag sofort auf normalen Kartoffeln durch seine Dicke und seine hellrosa Färbung aus. In den Fällen, wo die Entwickelung eine kräftige ist, wird die resultirende Masse eine sehr dicke von leuchtender rosa Farbe, welche sich zwischen dunkel- und hell-rosa Krapp bewegt. Die Farbe ist gleich zu Anfang rosa, ist aber verhältnissmässig blass und vertieft sich allmählich. Die Substanz ist zuerst weich, aber fest und behält in manchen Fällen diesen Charakter bis zu Ende. In anderen aber findet nach einiger Zeit inwendig ein Weicherwerden statt, und es kommen, da die Veränderung von Gasentwickelung begleitet ist, grosse Blasen an die Oberfläche. Bei sehr alten Culturen tritt bei allem Anschein nach ganz normalen Kartoffeln manchmal eine peripherische Ausfransung um die Ränder herum zu Tage, in allen anderen Fällen aber sind dieselben gewölbt und scharf begrenzt. Die Fransen sind gewöhnlich fast farblos oder sehr schwach rosa oder ledergelb. Dieser Wechsel in Farbe und Auftreten wird augenscheinlich veranlasst durch Veränder-

ungen in der Reaction des Nährmittels, wie in den Fällen, wo Kartoffeln von abnormem Säuregehalt verwendet wurden, der Belag durchgängig verhältnissmässig dünn und fast farblos bleibt. Der Einfluss der Reaction des Nährmediums als Ursache der Veränderung in der Farbe wird ebenfalls durch die Thatsache nachgewiesen, dass Säuren, darunter selbst verdünnte Essigsäure, auch einen stark gefärbten, normalen Belag rasch entfärben.

In den meisten Fällen, wie auch bei ähnlichen Entwickelungen der vorhin beschriebenen Arten, mit Ausnahme von Species δ, ist es nicht leicht möglich, die Cultur von einer Kartoffel auf die andere zu übertragen, selbst wenn dieselbe auf der ersten günstig zu gedeihen schien. Einmal jedoch schien vollständige Akklimatisation eingetreten, und es wurde eine fortlaufende Serie von Uebertragungen von Ende Juni 1890 bis zur Gegenwart zu Stande gebracht, und wenn auch das Wachsthum kein so kräftiges mebr ist seit Eintritt der Jahreszeit, als es im Sommer und Herbste war, so blieb es doch in keinem Fall ganz aus. Im Laufe dieser verlängerten Culturserie sind Erscheinungen aufgetreten, welche, wenn sie schon keine so tiefe Veränderung in Eigenschaften und Verhalten anzeigen, wie diejenigen, welcbe als in einer correspondirenden Culturserie der Species β vorkommend, beschrieben worden sind, doch deutlich das Vorhandensein einer starken Neigung zu der Etablirung temporärer Verschiedenheiten anzeigen. Das von Kartoffelculturen erhaltene Material gedieh unfeblbar leicht, wenn es auf gewöhnlichen Agar-Agar verbracht wurde, und nahm in vielen Fällen sofort die Eigenschaften und das Verhalten der normalen Entwickelung in jenem Medium an. In anderen Fällen jedoch beschränkte sich die Entwickelung anfangs vollständig auf die Oberfläche des Nährmittels, und die Kraft der anaërobischen Entwickelung im Stiche wurde erst allmählich im Laufe wiederholter Uebertragungen von einer Agar-Agar-Probe zur andern wiedergewonnen, und in wieder anderen Fällen wurde ein zähes, anaërobisches Verhalten durch verlängerte Serien von Uebertragungen auf Agar-Agar und Fleischnährsaft bewahrt. Einige Kartoffelculturen

haben durchgängig die Fähigkeit gezeigt, anaërobische Entwickelung in Agar-Agar zu bewahren, andere verloren dieselbe anscheinend gänzlich während der ganzen Zeit, in welcher sie unter Beobachtung waren, und eine weitere grosse Anzahl, welche anscheinend diese Fähigkeit anfänglich verloren hatte, erhielten sie wieder bei zunehmendem Alter. Die aërobischen und anaërobischen Verschiedenheiten zeigen bei der Cultur in Agar-Agar gewisse deutliche Unterschiede in der Form, indem die ersteren aus geraden oder nur leicht gekrümmten Stäbchen, die letzteren aber aus wohlgebildeten Kommabacillen bestehen, und dort, wo anaërobische Eigenthümlichkeit nur allmählich wiedergewonnen wird als Resultat widerholter Uebertragungen von einer Agar-Agar-Probe zur andern, sind correspondirende, allmähliche Modificationen in der Form der Elemente leicht erkennbar. Das Vorkommen von tiefgreifenden temporären Veränderungen in der Constitution der Wuchsformen unter solchen Umständen wird nicht allein durch die Unterschiede in Form und Verhalten angezeigt, welche gerade beschrieben worden sind, sondern ferner durch die Thatsache, dass die rein aërobische Varietät bei der Entwickelung in Fleischsaft, nicht zu jenen Zersetzungen in dem Nährmittel führt, welche die Entwickelung von Cholerароth bei Zusatz von Säuren bedingen. Beide Varietäten gedeihen leicht in Fleischsaft, doch tritt nur in den Culturen der anaërobischen Varietät eine bemerkenswerthe Cholerarothreaktion auf Zusatz von Säuren ein, und die Intensität, mit welcher diese Reaction eintritt, scheint direct mit dem vorhandenen Grad von Anaërobismus zusammenzuhängen. Dies zeigt sich häufig am deutlichsten in Fällen, wo eine Serie von Fleischsaftculturen parallel mit einer Serie successiver Agar-Agar-Culturen in welchen eine allmähliche Wiedererlangung der anaërobischen Eigenthümlichkeit vorkommt, gemacht wird. In der ersten Fleischsaftcultur können diejenigen Substanzen, welche zur Farbenreaction nothwendig sind, gänzlich fehlen, während bei den folgenden, welche von solchen Proberöhrchen entnommen wurden, die ein fortschreitendes Zunehmen anaërobischer Eigenschaft zeigen, sich auch ein fortschreitendes Zunehmen im Grade

der Reaction manifestirt. Aehnliche Erscheinungen kommen bei direct von Kartoffelculturen abstammenden Fleischsaftculturen vor. Wo die ersteren rein aërobische Culturen veranlassen, lassen sie, von Agar-Agar in Bouillon übertragen, Culturen entstehen, welche die Cholerarothreaction nicht geben; und genau in dem Verhältniss zu ihrer Fähigkeit, in einem Fall anaërobisches Wachsthum zu erzeugen, steht ihre Fähigkeit, im andern Fall Entwickelungen, welche mit verschiedenen Graden von Farbenreaction verbunden sind, zu veranlassen.

Bouillonculturen weisen keine sehr entschiedenen Eigenthümlichkeiten auf (siehe Tab. II.) Die Häutchenbildung an der Oberfläche verzögert sich häufig um ein weniges. Die Flüssigkeit zeigt innerhalb 24 Stunden, bei 35—37° C. aufbewahrt, nach der Behandlung mit Säuren starke Cholerarothreaction. Culturen von nur 24 Stunden klären sich fast niemals vollständig innerhalb 24 Stunden nach dem Säurezusatz, und die von längerer Dauer bleiben oft dauernd wolkig.

Diese Species zeichnet sich durch folgende Eigenthümlichkeiten aus:

1. durch die morphologischen Eigenthümlichkeiten der Wuchsformen;

2. durch ihre geringere Fähigkeit, Gelatine zu verflüssigen, und durch die Form, welche das verflüssigte Gebiet in dem Nährmittel in den ersten Stadien darbietet;

3. durch die sehr entschiedenen Eigenthümlichkeiten, welche sie bei der Züchtung auf Kartoffeln entwickelt.

VI. Species ζ. Diese wurde, wie schon bemerkt, vom gleichen Fall und der gleichen Entleerung erhalten, wie die vorhergehende Art.

Im morphologischen Charakter ihrer Elemente differirt diese Art sehr auffallend von Species ε, denn, während die letzteren kurz und verhältnissmässig dick sind und mehr oder weniger dem Typus der Elemente in Species β ähneln, sind hier die Elemente normal verlängert und bieten Aehnlichkeiten mit denen von Species α oder noch eher vielleicht mit denen von Species γ. Wie es bei der vorhergehenden Art der Fall ist, variirt die Haupt-

form beträchtlich bei unter verschiedenen Bedingungen erhaltenen Culturen. Die oben gegebene Beschreibung der Wuchsformen bezieht sich auf die in gewöhnlichen neutralen oder schwach alkalischen Gelatine- oder Agar-Agar-Culturen vorkommenden. In nicht neutralisirter Agar-Agar behalten sie manchmal den gleichen Charakter und gleichen in anderen wieder mehr oder weniger denjenigen, welche sich gewöhnlich in neutralisirten Agar-Agar-Culturen, die von Kartoffelbelag abstammen, zeigen. In diesen Fällen erscheinen sie meistens in der Form gerader Stäbchen von häufig sehr geringer Grösse und zeigen nur in seltenen Fällen eine nicht ganz unbedeutende Krümmung. Auf normalen Kartoffeln haben sie die Gestalt kleiner gerader Stäbchen; in Fällen, wo der Nährboden abnorm sauer, und die Entwickelung eine sehr langsame ist, und welche sich sonst auch vom normalen Standpunkt entfernen, sind sie oft von beträchtlicher Grösse und entschiedener Krümmung. Sie zeigen, wie alle die vorher beschriebenen Species in Flüssigkeiten von passender Beschaffenheit sehr lebhafte Eigenbewegung.

Bei der Züchtung in Gelatine zeigen sie eine etwas geringere Fähigkeit, das Nährmittel zu verflüssigen, als Species ε besitzt, und der hier sich bildende Kanal hat gewöhnlich einen sehr verschiedenen Charakter, in Folge der Thatsache, dass die Verflüssigung weit lebhafter am und in der Nähe des Anfanges des Impfstiches vor sich geht, als in den tieferen Theilen. Hieraus resultirt in den früheren Culturstadien die Bildung eines relativ weiten und seichten Kraters, welcher plötzlich in eine enge, dem tieferen Theil des Impfstiches entsprechende Röhre endigt.

Bei der Stichcultur in neutralisirtem Agar-Agar findet rasches Wachsthum in der Tiefe und auf der Oberfläche statt. Das letztere bildet zuletzt ein dickes Stratum, welches, wie bei der vorhergehenden Art, während des heissen Wetters gewöhnlich sehr zusammenhängend und zähe ist. (Siehe Tab. I.) In nicht neutralisirtem Agar-Agar geht das Wachsthum gewöhnlich rasch vor sich, findet jedoch nur auf der Oberfläche statt.

Sie gleicht den früheren Species darin, dass sie auf Kartoffeln züchtbar ist und sich in gewissen Fällen so an diesen Nährboden

gewöhnt, dass wiederholte Uebertragungen mit Erfolg gemacht zu werden vermögen. Doch ist die Entwickelung in diesen Fällen niemals eine so leichte wie bei ähnlichen Culturen der Species ε und unterscheidet sich von der letzteren überhaupt in mehrfacher Beziehung. Der Belag hat wohl auch eine rosa Farbe, doch niemals von so stark ausgesprochenem Charakter wie bei ε; gewöhnlich ist er von gelber Farbe. Niemals ist er so dick, auch ist die Consistenz eine andere. Dieselbe war bei allen früheren Culturen sehr weich und feucht, aber gegen Anfang der kalten Jahreszeit, als das kräftige Wachsthum aufhörte, wurde die Beschaffenheit ausserordentlich dicht, fast knorpelartig, die Farbe blassgelb und die Oberfläche grob gerunzelt. Eine lange Zeit hindurch war es leicht, erfolgreiche Uebertragungen von Kartoffeln auf Agar-Agar vorzunehmen, doch war die Entwickelung in letzterem von den ersten Culturen dieser Arten, welche gemacht wurden, ausschliesslich auf die Oberfläche beschränkt, und trotz vieler wiederholter Versuche von Uebertragungen auf Agar-Agar und Bouillon gelang es niemals, eine Resumption des anaërobischen Characters herbeizuführen. In manchen Fällen zeigte sich in gewissem Maasse eine Wiederaufnahme der Originalform im Laufe dieser Experimente, indem mehr oder weniger deutlich kommaartige Elemente die geraden, ursprünglich in denjenigen Culturen enthaltenen Elemente, welche im nächsten Verhältniss zu den Kartoffeln bei den Uebertragungsserien standen, verdrängten. Aber die Fähigkeit zum Tiefen-Wachsthum in Agar-Agar oder zur Zersetzung im Fleischsaft, welche zur Entwickelung von Choleraroth beî der Behandlung mit Säuren nöthig ist, wurde auch nicht im geringsten Maasse zurückerlangt. Schliesslich, als das Wachsthum auf Kartoffeln angefangen hatte, hartnäckig die oben beschriebenen Abnormitäten in Consistenz und Farbe aufzuweisen, wurden Uebertragungen auf Agar-Agar gänzlich erfolglos, und ein Zustand von reiner Akklimatisation auf Kartoffel, wie der, welcher so lange bei Species β bestand, schien vollständig hergestellt. Bei der Uebertragung auf abnorm saure Kartoffeln verlor der von normalen erhaltene rosafarbene Belag bald seine Farbe und wurde fast

weiss, und ein dünner Ueberzug von gelber Farbe, bestehend aus sehr grossen vereinzelten Spirillen strahlte davon allmählich über die umgebende Oberfläche aus.

Bouillonculturen zeigen den vorigen Species gegenüber keine sehr hervorragenden Eigenthümlichkeiten. (Siehe Tab. II). Diese Species wird durch folgende Züge charakterisirt:

1. der morphologische Charakter ihrer Elemente;

2. die bei Gelatineculturen auftretenden Eigenthümlichkeiten, verursacht durch die rasche Verflüssigung an der Oberfläche;

3. Durch die Wachsthumserscheinungen, welche bei der Züchtung auf Kartoffeln zu Tage treten und die Hartnäckigkeit, mit welcher die Elemente dabei die Veränderung in Form und Eigenschaften beibehalten, welche unter dem Einfluss des Nährbodens, auf welchem sie entwickelt wurden, erlangt worden waren.

VII. Species η.

Diese wurde von der gleichen Entleerung wie die beiden vorigen Arten erhalten. Die Oberflächencolonien in den Originalplattenculturen unterschieden sich von den zu den coexistirenden Species gehörenden durch ihre relative Dicke und Erhabenheit und das Auftreten einer reingelben Färbung, wenn man sie schief bei durchfallendem Licht betrachtete. Die Wuchsformen, aus welchen sie zusammengesetzt waren, zeichneten sich durch ihre besondere Kürze und Dicke aus, so dass sie in vielen Fällen keinen reinen Komma-Umriss darboten, sondern eher oval oder fast wie Mikrokokken erschienen.

Diese morphologischen Charakterzüge wiederholen sich mehr oder weniger deutlich fast unfehlbar in allen Culturen, welches auch die Art des Nährbodens sei.

Wie ihre ursprünglichen Kameraden verflüssigen sie die Gelatine verhältnissmässig langsam, und da der Process mit beträchtlicher Gleichmässigkeit dem ganzen Impfstich entlang vor sich geht, so zeigt der verflüssigte Theil in der Gelatine in frühen Culturstadien mehr oder weniger säulenartige Umrisse, deutlich verschieden von den gleichmässig zugespitzten in Proberöhrchen der Species ζ und der breitkraterförmigen und unten röhrenförmigen in Culturen von ζ.

Sie gedeiht rasch in neutralisirtem Agar-Agar sowohl oberflächlich als in der Tiefe. Der Oberflächenbelag ist dick und war während Sommer und Herbst fast ohne Ausnahme ausserordentlich zusammenhängend und zähe. (Siehe Tabelle I.) In nicht neutralisirtem Agar-Agar wächst sie mit relativer Geschwindigkeit an der Oberfläche des Nährbodens; um die Einstichöffnung des Impfstiches herum zeigt sich innerhalb 24 Stunden nach der Aussaat, wenn die Cultur in Temperatur von 16—21° C gehalten wird, ebenfalls Wachsthum. Der Belag, welcher schliesslich entsteht, zeichnet sich durch die Eigenthümlichkeit aus, lokale Erhabenheiten zu bilden. Wie bei fast allen anderen Species ist im Verlauf des Impfstiches absolut kein Wachsthum zu bemerken.

Sie wächst sehr schlecht auf Kartoffeln. Obgleich sehr viele Züchtungen versucht wurden, blieben sie entweder ganz und gar erfolglos, oder die Entwickelung ging nie über die Bildung dünner, begrenzter, farbloser, weisslicher, sehr blass rosa oder blass ockerfarbiger Ausbreitungen hinaus, welche nicht auf andere Kartoffeln übertragen werden konnten.

Als sie zuerst erhalten wurde, fehlte die Fähigkeit, jene Zersetzungen in Bouillon herbeizuführen, welche nöthig sind, um beim Zusatz von Säuren die Entwickelung von Choleraroth zu erzielen, fast gänzlich. Diese Fähigkeit wurde jedoch allmählich im Laufe successiver Culturen in Agar-Agar erreicht, und es zeigt sich jetzt in den Fleischsaftculturen, welche 24 Stunden lang in einer Temperatur von 35—37° C. verblieben, ohne Ausnahme gut ausgesprocheue Farbenentwickelung. Das Klären findet fast stets verhältnissmässig langsam in den mit Säuren behandelten Flüssigkeiten statt, so dass dieselben, in der Mehrzahl der Fälle, 24 Stunden nach dem Zusatz der Säuren fast vollständig wolkig sind. Die Bildung eines ausgesprochenen Häutchens erscheint oft ziemlich spät im Laufe der Cultur, und die Flüssigkeit ist gewöhnlich besonders dicht wolkig (siehe Tabelle II).

Die Unterscheidungsmerkmale dieser Species sind:

1. die besonders kurze, dicke, oft Mikrococcen ähnliche Form der Wuchsformen;

2. das Auftreten der Verflüssigung der Gelatine in Reagenzglasculturen;

3. die Unfähigkeit, sich auf Kartoffeln zu entwickeln.

VIII. Species Θ. — Bemerkungen über den Cholerafall, von welchem die Kommabacillen erhalten worden waren.

William Hogan; europäischer Seemann; Alter 58 Jahre.

Aufgenommen in das General Hospital am 13. Juni, 18 Tage nach der Ankunft im Hafen von Calcutta; gestorben sechs Stunden nach der Aufnahme.

Symptome: Erbrechen, Durchfall, Harnretention, ungeheure Hauttemperatur-Erniedrigung, Krämpfe.

Art der Entleerung, von welcher die Kommabacillen erhalten worden waren:

Sie bestand aus einer wässerigen, stark alkalischen, hellgelblich-grünen Flüssigkeit und dem Niederschlag gelatinöser, gelblich-grauer Flöckchen. Geruch stark und stinkend. Deckglaspräparate zeigten, dass die Flöckchen anscheinend aus Reinculturen von Kommabacillen und blassen, schlanken Spirillen bestanden, und Plattenculturen ergaben fast ausschliesslich Colonien, welche aus schönen, stark gekrümmten Kommabacillen zusammengesetzt waren.

Bei der Züchtung in gewöhnlicher Gelatine und neutralem Agar-Agar sind die Elemente dieser Species typische, gut gekrümmte Kommas, fast immer von etwas geringerer Grösse und schlanker, als die in correspondirenden Culturen von Species β und ε. Wenn sie von Culturen in nicht neutralisirtem Agar-Agar abstammen, so sind sie sehr klein und entweder gerade oder nur leicht gekrümmt.

In gewöhnlicher Nährgelatine tritt leicht Wachsthum ein, und dasselbe ist von relativ rascher Verflüssigung begleitet, wobei der Process durchgängig fast, wenn nicht vollständig, dem an Geschwindigkeit gleichkommt, welcher bei Culturen von β eintritt; im Anfang ist er oft sogar ein rascherer als bei letzterer Species. Die Form, welche der dem Impfstich entlang laufende Kanal annimmt, ist die eines breiten, sich rasch zuspitzenden Trichters.

In neutralisirtem Agar-Agar findet ebenfalls, oberflächlich und in der Tiefe, rasches Wachsthum statt, und das dicke Oberflächenstratum, welches sich schliesslich bildet, ist fast immer sehr zusammenhängend und zähe, welche Eigenthümlichkeit hier zu gleicher Zeit, wie bei den Culturen der Arten ε, ζ und ι vorhanden war, jedoch nicht wie bei jenen aufhörte bei Eintritt der kalten Jahreszeit. (Siehe Tabelle I.) Das Wachsthum in nicht neutralisirtem Agar-Agar ist verhältnissmässig rasch, und es bildet sich rascher als bei Art β ein deutliches Stratum über der Oberfläche des Nährmittels. Entwickelung im Impfstich ist keine vorhanden, und, wie oben bemerkt, zeigen die Elemente in dem Oberflächenstratum eine auffallende Abweichung in der Form von der der Species sonst eigenthümlichen, d. h. wenn sie in neutralisirtem oder schwach alkalischem Nährboden gezüchtet wird.

Sie wächst nicht gern auf Kartoffeln, ist sie aber einmal im Gedeihen, so erzeugt sie dünne, sehr feuchte Ausbreitungen von schmutziger ockerrosa Farbe, bestehend aus schlanken, kleinen Kommas, ähnlich wie die der Species normal charakteristischen, wenn sie auf anderen Nährboden wächst. Erfolgreiche Culturen sind, selbst wenn die Entwickelung beträchtliche Ausdehnung gewonnen hat, entweder geruchlos, oder sie haben einen blos schwach ekligen Geruch, und eine vollständige Akklimatisation an das Medium scheint als Regel nicht vorzukommen, da Uebertragungsversuche auf andere Kartoffeln gewöhnlich misslingen.

Es ist bemerkenswerth, dass dies hier der Fall ist, wie bei Species α und γ, in welchen ebenfalls die den Belag auf Kartoffeln bildenden Elemente wenig auffallende Abweichungen in der Form von normalem Typus zeigen, während bei Species β, ε und ζ, wo vollkommene Akklimatisation stattfindet, diese mit auffallender Formveränderung zusammengeht.

Bouillonculturen weisen keine besonderen Eigenthümlichkeiten auf. (Siehe Tab. II.) Wie die aller anderen Species, δ ausgenommen, geben sie eine deutliche Cholerarothreaction, wenn man sie innerhalb 24 Stunden nach Beginn der Cultur, welche bei einer Temperatur zwischen 35°—37° C. erhalten worden ist,

mit Säuren behandelt. In Bezug auf die hierauf zu erfolgende Klärung nimmt sie eine Zwischenstellung ein, da sie sich weniger zur raschen Klärung geneigt zeigt, als die von Species α und β, und entschieden mehr, als die von Species γ, ε und η.

Die Unterscheidungsmerkmale dieser Species sind:

1. der morphologische Charakter ihrer Wuchsformen, deren geringe Grösse und verhältnissmässige Schlankheit;

2. die sehr auffallende Modification in der Gestalt bei der Züchtung in nicht neutralisirtem Agar-Agar, verglichen mit der in neutralisirten oder schwach alkalischen Nährmitteln vorkommenden Form derselben Art;

3. Die Eigenthümlichkeiten bei der Züchtung auf Kartoffeln, welche sich sehr unterscheiden von denen in ähnlichen Culturen irgend einer der andern Species.

IX. Species ι. Bemerkungen über den Cholerafall, von welchem die Species erhalten worden war.

Khedu Chandra Biswas, eingeborener Christ; Alter 60 J.

Aufgenommen in das Medical College Hospital am 24. November 1890, entlassen am 30. November 1890.

Symptome: Erbrechen, Durchfall, Sinken der Temperatur und Krämpfe. Harnretention trat nur während kurzer Zeitdauer ein.

Art der Entleerung, von welcher die Kommabacillen erhalten worden waren:

Sie bestand aus einer gelblich-grauen, alkalischen, wässerigen Flüssigkeit und reichlichen, gelatinösen Flöckchen. Geruch stark und stinkend. Deckglaspräparate zeigten, dass sie voll isolirter Kommas und Spirillen verschiedener Grösse waren; einige der Spirillen-Formen waren ungewöhnlich gross. Die primären Plattenculturen ergaben Reinculturen grosser Kommacolonien und hatten einen eigenthümlich modrigen Geruch. Alle Colonien erschienen von der gleichen Komma-Art zusammengesetzt. Dies ist leicht erkennbar, da eine besondere Art bei ihren Culturen in fast allen Nährmitteln selbst für oberflächliche Beobachter sehr auffallende Eigenthümlichkeiten aufweist. Morphologisch zeichnet sie sich durch sehr geringe Grösse ihrer

Elemente aus, welche bei Culturen auf gewöhnlicher Gelatine, neutralisirtem Agar-Agar oder Kartoffeln kommaförmig sind, während sie bei Culturen in nicht neutralisirtem Agar-Agar die Form von kleinen ovalen Körperchen annehmen, welche gewöhnlich in Paaren gesellt sind. In jedem Medium sind sie gewöhnlich sehr zusammenhängend, denn viele dieser Körper hängen in dichten Klumpen fest aneinander, wenn die Aussaat in Flüssigkeiten gemacht wird.

Die Entwickelung in gewöhnlicher Gelatine ist eine sehr deutlich unterscheidbare von der jeder andern Art. Die Verflüssigung findet sehr langsam statt im Vergleich mit der bei andern verflüssigenden Species üblichen Raschheit. Es ist keine specielle Neigung zu rascherer Verflüssigung an der Oberfläche vorhanden, wesswegen sich der verflüssigte Theil als blosse enge Röhre zeigt zu einem Zeitpunkt, wenn bei all den anderen Species sich schon auffallende Krater, Verjüngungen oder weite säulenartige Verflüssigungsformen gebildet haben.

Die Mündung dieser Röhre ist scharf abgegrenzt und abgebrochen und unten durch ein auffallendes weisses Sediment verstopft. Darüber ist sie gewöhnlich leer von Flüssigkeit, und daher sind die sonderbaren Erscheinungen, welche mit dem Vorkommen von Luft darin zusammenhängen, oft sehr auffallend.

Der untere Theil der Röhre zeigt sich in Folge seiner engen Lichtung oft als ein weisser Strich mit angehäuftem Sediment. Ein paar Tage alte Gelatineculturen zeichnen sich ebenfalls von correspondirenden Culturen irgend einer andern Art aus, indem sie mehr ausgesprochen purpurn als jene werden bei der Säurebildung und indem sie fast gar keine Neigung zur Entwickelung der gelben Farbe zeigen.

Wachsthum geht schnell vor sich in neutralisirtem Agar-Agar-Nährmittel, sowohl auf der Oberfläche wie in der Tiefe. Das Tiefenwachsthum hat jedoch in den früheren Culturperioden die entschiedene Neigung, sich auf den oberen Theil des Impfstiches zu beschränken. Dies prägt sich besonders aus, wenn die Culturen verhältnissmässig niederen Temperaturen ausgesetzt sind, so dass bei einer Temperatur von 16°—21° C. das Tiefen-

wachsthum nach Verlauf der ersten vierundzwanzig Stunden gewöhnlich die Gestalt einer kurzen, konischen Wolke aufweist, welche sich nicht über den oberen Theil des Impfstiches erstreckt. Der Oberflächenbelag bildet schliesslich ein dickes, weiches, vollkommen auseinanderfliessendes und sehr undurchsichtiges Stratum, welches niemals eine Spur von Zusammenhang zeigt. Einige Tage alte Culturen haben auch eine besondere Eigenthümlichkeit in Gestalt einer dünnolivenfarbigen Entfärbung des Nährmediums, sehr verschieden von der gelben Färbung, welche man bei Culturen aller anderen, zu Tiefenwachsthum befähigten Species vorfindet, und welche mit der Zeit fortschreitend zunimmt. Die Colonien der Agar-Agarplatten zeigen in denm eisten Fällen gewisse, höchst charakteristische Erscheinungen Sie haben einen sehr deutlichen, dichten Kern, umgeben von einem weicheren Umkreis, welcher zuerst grob granulös ist und sich später mit vorstehenden, knöpfigen Erhabenheiten bedeckt, so dass die ganze Oberfläche wie mit groben Beulen überzogen erscheint.

Wird nicht neutralisirter Agar-Agar-Nährboden substituirt, so zeigt sich verhältnissmässig frühe Entwickelung, indem ein begrenzter weisser Flecken um den Einstich herum gewöhnlich innerhalb 24 Stunden nach der Aussaat sichtbar wird. Die Ausdehnung über die Oberfläche findet jedoch sehr langsam und unregelmässig statt, und der Flecken bleibt, obschon er ziemlich dick ist, lange Zeit klein und behält die unregelmässigen Umrisse. Sonderbarer Weise kommt nichtsdestoweniger Tiefenwachsthum in viel stärkerem Maasse vor, als bei den correspondirenden Culturen irgend einer andern Species, und der ganze Impfstich wird von einer unregelmässigen dichten Wolke umgeben.

Auf Kartoffeln findet nicht gern Entwickelung statt. Bei gelungenen Fällen zeigt sie sich in Gestalt einer dünnen, feuchten Ausdehnung von stark indianergelber Farbe, welche aus sehr kleinen, kurzen, dicken, oft Vacuolen-haltigen Komma-Bacillen besteht, welche sich nicht leicht bei der Uebertragung auf andere Kartoffeln fortentwickeln.

Fleischsaftculturen haben ebenfalls ihre speciellen Eigenthümlichkeiten. Das Wolkigwerden der Flüssigkeit geht langsam vor sich, da nur eine sehr leichte Wolke vierundzwanzig Stunden nach der Aussaat vorhanden ist. Die Art des Häutchens jedoch ist es, welche die auffallendsten Merkmale zeigt. Es erscheint verhältnismässig rasch, nimmt aber selten die Gestalt einer ununterbrochenen Schicht an, sondern die eines engen Ringes, welcher sich um den Rand der Flüssigkeit herumschlingt, oder die isolirter Flöckchen. Die Substanz, aus welcher dies besteht, ist jedesmal undurchsichtig weiss, sehr locker und sinkt bei der leisesten Bewegung auf den Grund des Proberöhrchens. Letztere Eigenschaft ist zweifellos der Grund, warum man so selten vollständige Häutchen antrifft, denn in vielen Fällen, wo ein ringförmiges vorhanden ist, kann ein ziemlich bedeutender, flockiger Niederschlag am Boden der Flüssigkeit bemerkt werden, welcher augenscheinlich vom Zerreissen des Oberflächenstratums und dem Untergang von dessen centralen Theilen stammt, während die peripherischen an den Röhrchenwänden adhäriren. Diese Neigung des Häutchens zum Untersinken ist von all den Species, welche im Stande sind, die Gelatine zu verflüssigen und Tiefenwachsthum in Agar-Agar zu entwickeln, der gegenwärtig besprochenen Art speciell eigenthümlich, doch kommt sie, wie schon erwähnt, bei der Beschreibung von Species δ, auch hier bei den Häutchen in Fleischsaftculturen vor.

Als die Species zuerst erhalten wurde, hatte sie kaum irgend welche Fähigkeit, die Cholerarothbildung nach Säurebehandlung, durch die hierzu nothwendigen Veränderungen des Nährmittels zu veranlassen, denn Proberöhrchen mit vierundzwanzig und achtundvierzig Stunden alter Cultur zeigten kaum bemerkbare Spuren von Farbe, aber bei fortgesetzter Züchtung in Gelatine und Agar-Agar wuchs diese Fähigkeit bedeutend, und jetzt zeigen die Proberöhrchen, vierundzwanzig Stunden nach der Impfung schön ausgebildete Farbe. Es kann kein Zweifel darüber bestehen, dass in gewissen Fällen, wie in dem vorliegenden und bei Species η, fortgesetzte Cultur unter

besondern Bedingungen die Erscheinungen der Farbenreaction in hohem Grad modificiren kann, und dass deshalb letztere, worauf Ali Cohen hingewiesen hat [1]), nur dann wirklich von diagnostischem Werthe sind, wenn sie in Verbindung mit Schizomyzeten eintreten, welche während längerer Zeit gleichen Umgebungsbedingungen unterworfen waren.

Werden mit Säure behandelte Proberöhrchen vierundzwanzig Stunden später untersucht, so wird gewöhnlich der flockige Niederschlag in bedeutender Menge an der Oberfläche gefunden werden, wohin er in Gestalt weisser Massen gestiegen ist.

Die Unterscheidungsmerkmale dieser Species sind:

1) Die sehr geringe Grösse der Elemente.

2) Die sonderbare Form der Elemente bei der Züchtung in nicht neutralisirtem Agar-Agar.

3) Die ungemein langsame Verflüssigung der Gelatine.

4) Beschränktes und langsames Oberflächenwachsthum und bedeutendes, Tiefenwachsthum in nicht neutralisirtem Agar-Agar.

5) Eine Entwickelung auf Kartoffeln in stark indianerfarbigem Gelb (indian gellouw colour), welche aus sehr kleinen Kommabacillen besteht.

6) Die Bildung eines sonderbaren, sehr zerreissbaren und leicht sinkenden Häutchens in Fleischsaftculturen.

X. Species χ. — Bemerkungen über den Fall, von welchem die Art erhalten wurde.

Sadaya Nayah; Hindu; Alter 50.

Aufgenommen in das Medical-College-Hospital am 26. November 1890 um 8 Uhr Abends, gestorben am 27. November 3.45 Uhr Nachmittags.

Symptome: Tiefer Collaps, Erbrechen, Durchfall, ungeheure Hauttemperaturerniedrigung und Krämpfe.

Art der Entleerung, von welcher die Kommabacillen erhalten worden waren. — Sie bestand aus einer grossen Menge grauer, wässriger schwach saurer Flüssigkeit, und sehr reichlichen, staub-

---

[1]) »Zur Frage von der Cholerareaction«. Fortschr. d. Med. 1888 No. 6.

artigen Flöckchen. Der Geruch war ekelhaft und die Flüssigkeit entwickelte beim Hinzufügen von Salpetersäure eine starke Rothfärbung. Deckglaspräparate zeigten Schizomyceten verschiedener Art, unter welchen sich zahlreiche Kommabacillen von verschiedenen Grössen befanden. Plattenculturen lieferten reichlich Colonien, augenscheinlich alle aus einer Art und aus Kommabacillen bestehend. Der Geruch glich dem der Entleerung.

Die Elemente dieser Species sind verhältnismässig dick und stark gekrümmt. Insofern gleichen sie denen von Species β und ε, sind aber beträchtlich grösser, und haben eine starke Neigung zur Vacuolenbildung. Sie behalten die gleichen Eigenschaften mit grosser Beständigkeit in allen Nähr-Medien, in welchen sie sich frei entwickeln können, und bei denen, welche in sauren Nährmitteln gezüchtet werden, zeigen sich keine bemerkenswerthe Veränderungen in der Gestalt.

Sie gedeihen rasch und gut in neutralisirtem Agar-Agar, sowohl auf der Oberfläche, wie in der Tiefe. Das Oberflächenwachsthum charakterisirt sich durch die relative Activität, mit welcher es bei Zimmertemperaturen fortschreitet. Es bildet schliesslich eine glatte, dicke, glänzende, feuchte, festzusammenhängende und zähe Schicht. Die Entwickelung geht rasch in nicht neutralisirtem Agar-Agar vor sich, indem sich gewöhnlich innerhalb 24 Stunden nach der Impfung um den Anfang des Impfstiches ein deutlich sichtbarer, weisser Belag bildet. Dieser vergrössert sich ziemlich langsam, ist aber von ziemlicher Dicke, und durch einen scharf abgegrenzten, etwas erhabenen Rand ausgezeichnet, sowie durch seine Dichtheit und Undurchsichtigkeit und durch eine häufig auftretende, ockergelbe, centrale Färbung. Entwickelung im Impfstich kommt oft in beträchtlichem Maass um den oberen Theil desselben herum vor, doch niemals in dem Grade, wie bei der vorigen Species.

Sie wächst sehr ungern auf Kartoffeln. Zahlreiche Versuche wurden gemacht, um das Gelingen der Culturen zu sichern, doch trat nur in zwei Fällen eine Entwickelung ein, und in diesen hatte sie bloss die Form einer dünnen, farblosen Ausbreitung.

Sie bestand aus Kommabacillen von sehr bedeutender Grösse, welche sich entweder isolirt, oder in Spirillenform von beträchtlicher Länge vorfanden. Viele darunter waren unregelmässig aufgeschwollen und befanden sich augenscheinlich mehr oder weniger in einem Involutionszustand, doch zur Zeit färbten sie sich sehr tief. Die Wachsthumseigenthümlichkeiten sind ganz verschieden von denen, welche bei Kartoffelculturen irgend einer andern Species beobachtet wurden.

Die Entwickelung in Fleischsaft ist oft eine ziemlich langsame, das Wolkigwerden entsteht langsam und das Häutchen entwickelt sich erst spät. Von Anfang an ergaben Bouillonculturen starke Cholerarothreaction beim Hinzufügen von Säuren, innerhalb 24 Stunden von der Aussaat an. Die Klärung geht in der Regel sehr langsam nach der Säurebehandlung vor sich.

Die Unterscheidungsmerkmale dieser Species sind:

1. der morphologische Charakter der Wuchsformen;

2. die Wachsthumserscheinungen in nicht neutralisirtem Agar-Agar;

3. die Art der Entwickelung auf Kartoffeln.

Sie zeichnet sich durch Nr. 1 vor allen andern Species β uud ε ausgenommen, aus, uud von diesen unterscheidet sie sich wieder durch die Entwickelungserscheinungen in nicht neutralisirtem Agar-Agar und Kartoffeln; überdies ist die Art des Wachsthums in Gelatine ganz verschieden von der bei Species ε. Man bemerkt, dass wir die verschiedenen Species von Kommabacillen, welche gerade beschrieben worden sind, in zwei Abtheilungen eintheilen können. Die erste derselben umfasst nur die Species δ, die zweite die neun übrigen Arten. Die erstere wird durch die Thatsache characterisirt, dass ihre Elemente nicht im Stande sind, die Gelatine zu verflüssigen, Stichwachsthum in Agar-Agar sowie auch jene Zersetzungen im Fleischsaft zu veranlassen, welche nach Zusatz von Säuren zur Entwickelung von Cholera-roth führen. Alle Elemente der zweiten Abtheilung besitzen diese Fähigkeiten, wenn auch nicht überall in gleich hohem Grad. Wir dürfen deswegen diese Abtheilung nochmals in zwei Gruppen scheiden je nach der Raschheit, mit welcher die ver-

schiedenen Species im Stande sind, die Gelatine zu verflüssigen. Wir haben alsdann mit zwei secundären Gruppen zu thun, bei deren erster die Geschwindigkeit, mit welcher die Gelatine verflüssigt wird, viel grösser ist, als bei letzterer. Die erste umschliesst fünf Species, α, β, γ, Θ und $\varkappa$. die zweite vier Species, ε, ζ, η und ι. Kleinere Unterschiede in der Geschwindigkeit zeichnen einige Species in den Untergruppen aus; Species α und ι z. B. sind diejenigen, welche in jeder Gruppe zweifellos in dieser Beziehung die letzte Stelle einnehmen, während Variationen in der Geschwindigkeit, mit welcher die Verflüssigung in verschiedenen Theilen des Mediums vorkommt, als weiteres Unterscheidungsmerkmal bei andern Species dienen. Weder in Bezug auf die absolute Geschwindigkeit, noch auf die Art des Vorganges ist es möglich, leicht zwischen Species β, Θ und $\varkappa$ zu unterscheiden, und hier kann man nur zur Differenzirung vermittelst der Eigenschaften gelangen, welche dieselben bei Culturen verschiedener Arten, wie Kartoffelculturen etc., aufweisen.

Nur eine Species in der grossen Abtheilung gleicht in ihren Eigenschaften der Species δ und dies ist ι, bei welcher das Peptonisirungsvermögen bedeutend geringer ist, als bei irgend einer andern Species der gleichen Gruppe. Die Aehnlichkeit liegt hier in den Eigenschaften des Häutchens, welches sich in Bouillonculturen bildet und in der gelegentlich fast vollkommenen Abwesenheit der, für die Entwickelung von Choleraroth nothwendigen Constituenten.

Kartoffelculturen bieten, wenn sie gelingen, viel auffallende Demonstrationen der Eigenschaftsunterschiede der verschiedenen Species, aber leider ist der Erfolg ein sehr schwankender. In Culturen dieser Art zeichnet sich abermals δ vor allen andern aus, durch die Leichtigkeit, mit welcher sie auf's üppigste auf Kartoffeln jeder Art sich entwickelt, und durch den fast unausbleiblichen Erfolg, welcher Uebertragungen von einer Kartoffel auf die andere zu begleiten pflegt. In einigen andern Species, wie β, ε und ζ wird ein gewisser Grad charakteristischer Entwickelung nicht selten erreicht, aber eine gänzliche Acclimatisation auf den Nährboden, in dem Maasse, dass die Gewissheit

des Gelingens der Uebertragungen gegeben wäre, findet nur selten statt, und bei anderen Species, wie α, γ, Θ und ι hat sich eine vollkommene Acclimatisation niemals gezeigt. Bei den zwei übrigen Species wurde niemals kräftige Entwickelung erzielt und bei einer derselben η zeigten sich bloss die Spuren einer solchen.

Bei einer so grossen Anzahl von Culturversuchen auf Kartoffeln, wird unwillkürlich die Aufmerksamkeit darauf gelenkt, dass es nöthig ist, grosse Vorsicht anzuwenden bei der Schlussfolgerung, dass irgend eine Art von Schizomyzeten auf solchem Nährboden nicht zu wachsen vermöge. Bei demselben hat man nicht mit Material von unveränderlich gleicher Zusammensetzung zu thun, wovon man sich leicht überzeugt, indem man die Reaction prüft. Die Schwankungen im Säuregehalt können allein im Stande sein, einen wichtigen Einfluss auf die versuchte Züchtung auszuüben, und sie vereinigen sich mit dem Vorhandensein anderer Unterschiede in den Einzelheiten der Zusammensetzung des Nährbodens, welche ebenso mächtig, oder noch mächtiger in dieser Beziehung sein können, so dass, ehe man dahin sich entscheidet, dass ein besonderer Organismus hier nicht wachse, man unbedingt vorher eine weit grössere Anzahl dahin zielender Versuche gemacht haben muss, als in solchen Fällen, wo man es mit Nährmitteln von beständig gleichmässiger Beschaffenheit zu thun hat.

Ein sehr auffallender Zug in Verbindung mit solchen Fällen, in welchen gänzliche Acclimatisation auf Kartoffeln als Nährboden manchmal stattfindet, ist die wichtige und zeitweise andauernde Modification in Form und Eigenschaften der Organismen, welche diesen Process begleitet. Sie tritt im höchsten Grade bei Species β ein, wo, wie gezeigt wurde, während einer Periode von mehreren Monaten, eine vollständige Unfähigkeit zur Entwickelung auf irgend einem anderen Medium als Kartoffeln, vorhanden war, und wo, selbst nachdem theilweise Wiedererlangung der ursprünglichen Eigenschaften erfolgt war, die vollkommene Wiedererlangung von Form und Eigenschaften sich noch eine Zeit lang hinauszog. In einigen Fällen, wie bei

gewissen Culturen von Species ε kann eine vollkommen Wiedererlangung der ursprünglichen Eigenschaften, wie sie sich in erneuter Fähigkeit zum Impfstich-Wachsthum in Agar-Agar, und in der Entwickelung der zum Choleraroth nothwendigen Zersetzungsproducte, ausdrückt, wiedererhalten werden, während die Veränderungen in der Form fortbestehen, und in andern Fällen kann, wie es bei gewissen Culturen von Species ζ vorkam eine sehr vollständige Wiedererlangung der originalen Form, ohne gleichzeitige Wiedererlangung der Eigenschaften eintreten. In letzterem Fall schien die Temperatur bei dem Resultat eine Rolle zu spielen, da die Neigung zur Wiederaufnahme der Kommaform sicherlich bei Culturen, welche im Thermostat aufbewahrt worden waren, häufiger anzutreffen war, besonders wenn die Temperatur des letzteren etwas höher war als gewöhnlich, bei correspondirenden Culturen, welche bei Zimmertemperatur ausgeführ- wurden.

Der Verlust der Fähigkeit zu anaërobischem Wachsthum war in diesen Fällen das Resultat der Cultur auf besonderen Nährboden; aber ein solcher Verlust zeigt sich nicht allein bei Uebertragung in ein neues Nährmittel von verschiedener Constitution als das, in welchem ursprünglich die Entwickelung vor sich ging, denn dieselbe kommt manchmal in mehr oder minderem Grad unabhängig von irgend welcher Uebertragung in Culturen von ursprünglich anaërobischen Eigenschaften, welche längere Zeit bewahrt worden waren, vor. Dies zeigte sich sehr klar in einer Reihe von Versuchen, welche vor einigen Jahren bezüglich der Dauer der Entwickelungsfähigkeit von Agar-Agar-Kommabacillen-Culturen gemacht wurden. Damals wurden am 3. März zwei Proberöhrchen mit Agar-Agar zu gleicher Zeit geimpft, das eine von einer einige Tage alten Probenröhrchencultur, das andere von einer solchen, welche der gleichen Versuchsreihe angehörte und aus der gleichen Quelle stammte, welche aber schon am 20. December angesetzt worden war. In beiden Fällen trat Entwickelung auf der Oberfläche des Mediums innerhalb 24 Stunden ein; während aber das erste Proberöhrchen eine üppige Entwickelung im Verlauf des Impfstiches in Form

einer dichten Wolke aufwies, zeigte die zweite von einer solchen Entwickelung nur eine kaum bemerkbare Spur. Hier war also, wie bei den in Verbindung mit Kartoffelculturen auftretenden Erscheinungen ein deutlicher Beweis vererbbarer Transmission der Eigenschaftsveränderung gegeben, denn, wenn schon die Fähigkeit zu freier anaërobischer Entwickelung schliesslich wieder erlangt wurde, so geschah dies doch nicht sofort, sondern nur allmählich und im Verlauf wiederholter successiver Culturen in frischen Nährmitteln. Gerade wie bei den Kartoffelculturen ist die Veränderung der functionellen Eigenschaften mit mehr oder weniger Veränderung der Form verbunden, indem die Wuchsformen in Stichculturen, welche längere Zeit lang aufbewahrt worden waren, und bei welchen die anaërobische Eigenschaft verloren ging, in den meisten Fällen fast ausschliesslich aus kurzen, geraden fast Mikrococcen ähnlichen Körperchen, statt der Kommabacillen besteht.

In gewissen Fällen folgt ein genau entgegengesetztes Resul. tat aus verlängerter Cultur in ein und demselben Medium, nämlich die Acquisition der Fähigkeit zu anaërobischem Wachsthum, statt des Verlustes derselben. Beispiele einer solchen Acquisation kamen nicht selten bei Kartoffelculturen der Species ε vor, wie schon oben bemerkt wurde.

Der Grad, in welchem solch erworbene Eigenschaften im Stande sind, erblich fortgepflanzt zu werden, ist ein schwankender; in gewissen Fällen, wie bei Species β und ζ kann vollkommene Transmission eine sehr lange Zeit und durch viele successive Generationen von Elementen fortgeführt werden, während in andern, wie sie häufig bei Culturen von Species ε vor kommen, die Uebertragung auf das Originalnährmittel fast sofort die Neigung im Gefolge hat zu Veränderungen, welche im Verlauf wiederholter Culturen zur vollständigen Wiedererlangung der ursprünglichen Eigenschaften innerhalb eines verhältnismässig beschränkten Zeitraumes führen.

Ueber Modificationen ähnlicher Art, welche in höherem oder niedererem Grad zu hereditärer Transmission befähigen, und deshalb die Entstehung verschiedener Varietäten begünstigen,

ist schon von Hansen[1]), Fritsch[2]) und Carthwrigt Wood[3]) für Culturen von Saccharomyces, Vibrio Proteus und Koch's Bacillus berichtet worden.

Solche Erscheinungen sind besonders bemerkenswerth, wenn man sie in Verbindung bringt mit dem constanten oder wenigstens gewöhnlichen Vorkommen der bisher nirgends anderswo gefunden Kommabacillen im Choleradarm-Inhalt. Sie zeigen, dass die Natur des Nährmittels und anderer äusserer Bedingungen Einfluss darauf haben, wichtige und mehr oder weniger andauernde Veränderungen in den morphologischen und physiologischen Eigenschaften der Spaltpilze herbeizuführen.

Ist dem aber so, so ist es einleuchtend, dass das Vorkommen gewisser Arten von Kommabacillen im Choleradarm-Inhalt manchmal eine Folge der aktiven Wirkung der durch den Krankheitsprocess gesetzten Bedingungen sein kann, indem dieselben direkt die Eigenschaften von Spaltpilzarten modificiren, welche normal im Darmcanal vorhanden sind, aber unter gewöhnlichen Umständen nicht den Charakter von Kommabacillen aufweisen. Es ist ausdrücklich von gewissen Beobachtern anerkannt worden, dass die Constanz des Vorkommens auf Rechnung der Thatsache gesetzt werden kann, dass die durch die Cholera herbeigeführte Veränderung des Darminhaltes, besonders gewisse normale, kommaförmige Spaltpilze im Kampf um's Dasein begünstigt, und Klein hat sogar den experimentellen Beweis erbracht, dass ähnliche künstlich erzeugte Bedingungen, dies ebenfalls thun; es ist aber leicht möglich, dass sie noch mehr thun und morphologische und physiologische Veränderungen von mehr oder weniger andauerndem Charakter veranlassen, so dass Bacterien die Eigenschaften von Kommabacillen, welche sie gewöhnlich nicht besitzen, annehmen. Neutralisirter Agar-Agar unterscheidet sich wahrscheinlich nicht mehr in der Zusammensetzung von

[1]) »Production de variétés chez les Saccharomyces«, Annales de Micrographie, 1890.

[2]) »Untersuchungen über Variationserscheinungen bei Vibrio Proteus«. Anm. im Centr. für Bacteriologie und Parasitenkunde; Vol. 5, Pag. 342.

[3]) Enzyme Action in Lower Organisms«, Prov. R. S. E 16. Dec. 1889.

Kartoffeln, als der Inhalt des Choleradarmes von dem normalen Darminhalt und ähnliche Resultate wie diejenigen, welche oft Uebertragungen von einem Medium zum anderen folgen, und welche beobachtet werden können, wenn man sich mit Culturen auf diesen beiden vorgenannten Nährmitteln beschäftigt, können leicht vorkommen, wenn eine Substituirung des durch den Choleradarm-Inhalt gegebenen Nährmittels anstatt des im normalen Darm vorhandenen Platz greift innerhalb des Darmkanals, um so mehr, als nicht bloss eine Veränderung des Nährmittels eintritt, sondern augenscheinlich ebenfalls eine sehr beträchtliche Veränderung der Temperatur. Bei Fällen mit tiefem Choleracollaps, mit ausserordentlicher Depression der Hauttemperatur, beträgt die Mastdarmtemperatur nicht selten 40° C., und wenn dies als ein Zeichen allgemeinen Steigens der Darmtemperatur angesehen werden kann, so schliesst es auch das Vorhandensein von Bedingungen ein, welche, wie wir schon gesehen haben, besonders günstig zum Zustandekommen von Formveränderungen sind, unter allen Umständen unter dem Einfluss, unter welchem nicht kommaförmige Elemente die Kommaform annehmen.

Es braucht kaum zu überraschen, dass solche Modificationen einer raschen Entwickelung fähig und im Stande sind, schnell grössere oder geringere Permanenz bei Bacterien zu erlangen; die Schnelligkeit muss verglichen werden mit der, mit welcher Generationen solcher Organismen aufeinander folgen, und dann mit dem kurzen Zeitraum, in welchem hereditäre Eigenthümlichkeiten, dauernde werden können.

Es bleibt jetzt nur noch kurz zu betrachten, was die durch die obigen Thatsachen gegebenen Hauptpunkte sind. Von vornherein zeigt sich klar, dass Koch's Theorie, die Cholera sei in erster Linie dem Eindringen des specifischen Kommabacillus in dem Darmkanal zuzuschreiben, als mit den Thatsachen nicht übereinstimmend, definitiv fallen gelassen werden muss. Koch's Kommabacillus kommt allerdings bei Cholerafällen in Calcutta vor, doch ist er nicht die einzige Species, welche dies thut und thatsächlich scheint er nicht annähernd so häufig vorzukommen,

als die anderen Species zusammengenommen; denn nehmen wir die 16 Cholerafälle, von welchen im Lauf des vergangenen Jahres Kommabacillen erhalten wurden, so finden wir, dass bei nur 4 derselben die vorgefundene Species die von Koch beschriebene war, ja es lässt sich letzteres noch nicht einmal zweifellos nachweisen. Diese Species ist die unter α in der vorliegenden Arbeit angeführte, und die Zweifel über ihre Identität mit Koch's Species gründen sich hauptsächlich auf die hartnäckigen Unterschiede in den Erscheinungen bei Gelatineculturen, mit den von Koch bei den correspondirenden Culturen beschriebenen. Nehmen wir jedoch die Identität dieser Species als nachgewiesen an, so haben wir 4 Fälle, in welchen sie vorhanden war, gegen 12, in welchen sie durch ganz verschiedene Species vertreten wurde. Mehr als dies; es ist noch nicht einmal der endgültige Beweis davon erbracht, dass sie sich besonders bei den schwereren Formen der Krankheit mit tödlichem Ausgang vorfindet, denn die Gesammtzahl der Fälle ist eine so kleine, dass die Thatsache, dass 3 von den 4 Fällen, in welchen sie vorkam tödtlichen Ausgang nahmen, in dieser Beziehung nicht als entscheidend angesehen werden kann, obgleich von den 12 Fällen bei welchen andere Species vorhanden waren, nur 8 tödtlich verliefen. Das was wir von Koch's ursprünglichen Behauptungen über seine Entdeckung wissen, können wir nur ansehen als ein Zeichen seines damaligen Unbekanntseins mit der Thatsache von der Häufigkeit des Vorkommens von Vibrionen, so dass er, als er dieselben im Choleramaterial entdeckte, sich verführen liess auf unsicherer Grundlage anzunehmen, dass er in allen Fällen mit einem einzigen, specifischen Organismus zu thun gehabt habe. Es war lange schon in unbestimmter Weise bekannt gewesen, dass Cholera-Darminhalt sehr reich an Vibrioarten ist, und Koch's Entdeckung war thatsächlich nichts, als die willkürlich getroffene Wahl einer Art derselben, als Ursache der Krankheit, und diese Art wurde gewählt, weil sie zufällig in einer beschränkten Anzahl von Fällen, welche zur Beobachtung kamen, vorhanden war.

Die von Koch beschriebene Species von Kommabacillen ist also sicherlich nicht die specifische und einzige Ursache der

Cholera, dies begreift aber nicht nothwendigerweise in sich, dass sie nicht causal mit der Krankheit verwandt sei, als Glied einer Gruppe von Organismen, welche im Stande sind, schädliche Producte einer bestimmten Art zu veranlassen. Es kann kein Zweifel darüber herrschen, dass mit einer Ausnahme alle Arten von Kommabacillen, welche oben beschrieben wurden, viele gemeinsame Eigenthümlichkeiten aufweisen, welche auf eine nahe Verwandtschaft untereinander und auf die Annahme schliessen lassen, sie seien möglicherweise leicht im Stande, gewisse, identische, schädliche Producte im Verlauf ihrer Entwickelung hervorzubringen. Es ist von Lesage und Winter darauf hingewiesen worden, dass bei Fällen von Kindercholera in Paris ein Bacillus in dem Darminhalt vorgefunden wurde, welcher sich specifisch deutlich von dem Koch'schen Bacillus unterschied, aber eine ähnliche Fähigkeit zur Entwickelung eines speciell giftigen Produktes entwickelte, welches die Erscheinung der sogenannten Experimentalcholera bei niederen Thieren veranlasste[1]). Bei dem von Prior und Finkler entdeckten Bacillus haben wir es mit einem in seinen Eigenschaften mit dem Koch'schen so nahe verwandten Organismus zu thun, dass man ihn bloss von letzterem durch sein Vorkommen bei Cholera nostras unterscheidet, im Gegensatz zu dem andern, welcher bei Cholera asiatica vorkommt.

Es ist übereilt angenommen worden, dass bei der Cholera in Indien stets eine einzige Species von Kommabacillen vorkomme, und dass diese es sei, welche stets bei der Krankheit vorkomme, wenn dieselbe als fortschreitende Epidemie die Grenzen Indiens überschreite. Die erste dieser Annahmen wurde aber jetzt als eine absolut falsche nachgewiesen, und damit versinkt das Hauptfundament für die zweite, so dass, wenn die Kommabacillen überhaupt irgendwie als hauptsächlichste Ursache der Cholera angesehen werden sollen, dies insofern geschehen müsste, als sie Glieder einer Gruppe von Species sind. Wäre es möglich, definitiv nachzuweisen, dass Kommabacillen der einen oder

[1]) Lesage· »Sur le choléra infantile et le choléra nostras«; (La Semaine Méd. Nr. 15, 1890). Winter: »Contribution à l'étude du poison cholérique«. (Bullet. Méd. Nr. 29, 1890.)

andern Art beständig mit der Krankheit verbunden, und dass alle Species in ihren Eigenschaften nahe verwandt miteinander sind, so könnte man getrost behaupten, dass, während keine specielle Art als die specifische angesehen werden kann, dies bei der Gruppe als Ganzes in diesem Sinne geschehen müsse; aber selbst wenn man dies mit Sicherheit behaupten dürfte, so müsste es Modificationen unserer Ansichten in Bezug auf die Ausbreitung der Krankheit und die Mittel, welche sich möglicherweise gegen die epidemische Verbreitung derselben wirksam erweisen, mit sich führen.

Wäre die Cholera wirklich mit einer einzigen, normaler Weise nur in Indien vorkommenden Bacillenspecies verknüpft, so könnten einige theoretische Gründe zur Vertheidigung der Anwendung von Quarantänemaassregeln, welche die Auswanderung der Organismen über die Grenzen ihres Mutterlandes verhindern sollen, angeführt werden. Da aber bei der Krankheit in Indien und wahrscheinlich auch in Europa viele verschiedene Species vorkommen, wäre es doch selbstverständlich vergeblich, die Verbreitung derselben von Indien aus verhindern zu wollen, so lange nicht mit Sicherheit nachgewiesen ist, dass keine derselben in Europa eingeboren ist. Gerade das Vorkommen einer Mehrheit von Species aber muss, selbst wenn wir die Gruppe als ausdrücklich causal mit der Krankheit zusammenhängend ansehen, nothwendiger Weise den Verdacht erwecken, ob allgemeine epidemische Verbreitung nicht eher auf Rechnung derjenigen Bedingungen zu setzen ist, welche diese Gruppe begünstigen, als auf blosse, künstliche Verbreitung einer oder der anderen Species.

In Verbindung damit möge man nicht ausser Auge lassen, dass die verschiedenen in Indien mit der Cholera vorkommenden Species von Kommabacillen, bis jetzt nur im Inhalt des Choleradarmes gefunden werden konnten. Es wird beständig angenommen, dass Koch's Kommabacillus ein indischer Eingeborner sei, und dass, wenn er in Europa vorkommt, er dahin eingeschleppt worden sein müsse. Aber in Indien, wie in Europa, ist er bis jetzt nur im Choleradarminhalt entdeckt worden, und kann nur desshalb als endemisch in Indien angesehen werden, weil die

Cholera hier an gewissen Orten beständig vorkommt. Vibrio Proteus ist in Europa nur bekannt in Verbindung mit Cholera nostras, niemand wird aber läugnen wollen, dass er in Europa endemisch ist. Er ist jedoch, gerade wie bei Koch's Bacillus, nur in Verbindung mit dem Vorhandensein der Krankheit dort entdeckt worden, und es wäre wirklich ebenso vernünftig, seine Gegenwart als nothwendiges Resultat der Einschleppung zu betrachten, wie die von Koch's Bacillus als von einem solchen Process abhängig angesehen wird. Der ganze Augenschein spricht vielmehr zu Gunsten der Thatsache, dass die Entdeckung beider Organismen vielmehr eine Folge des Vorhandenseins solcher Bedingungen ist, welche ihre Vermehrung an irgend einem Ort, nicht aber ihre Einschleppung an diesen Ort, begünstigen.

Wenn wir nach den Gründen forschen, welche uns selbst die Gruppe der Kommabacillen als causal mit der Krankheit zusammenhängend ansehen lassen, so finden wir dieselben nichts weniger als stichhaltig. Selbst unter der sehr beschränkten Zahl von Krankheitsfällen, welche hier betrachtet wurden, war einer, in welchem die Kommabacillen in keiner Weise dafür angesehen werden können, als stünden sie in enger, physiologischer Verwandtschaft mit einer der bei irgend einem der anderen Fälle vorgefundenen Species, so dass die Wahrscheinlichkeit der Annahme, sie besässen gleiche, toxische Eigenschaften wie die letzteren, sich auf ein Minimum reducirt. In einem anderen Falle waren gleichzeitig drei deutlich verschiedene Species vorhanden, eine Erscheinung, welche natürlich mit der Annahme des causalen Zusammenhanges mit der Krankheit verträglich ist, welche aber zu gleicher Zeit bei Jedermann, der nicht gänzlich zu Gunsten einer solchen Annahme voreingenommen ist, Zweifel darüber erwecken muss, dass die Gegenwart von Kommabacillen Ursache der krankhaften Bedingungen sei oder ob nicht vielmehr das Vorhandensein der krankhaften Bedingungen die Ursache der Gegenwart der Kommabacillen abgebe. Dies ist aber nicht alles, denn es kann kein Zweifel darüber obwalten, dass zahlreiche Fällo vorkommen, welche sowohl in Bezug auf Symptome wie auf Sterblichkeit als Cholera angesehen werden müssen,

bei welchen aber der Darmcanal nicht nur keine züchtbaren, sondern überhaupt gar keine Kommabacillen enthält. Ich habe früher auf diese Thatsache hingewiesen, welche sehr auffällig im Sommer 1889 zu Tage trat, und während des folgenden Jahres kam ebenfalls ein sehr sprechender Fall vor. Derselbe kam im Medical College Hospital zur Aufnahme und wurde hier infolge der Symptome, welche er aufwies, als Cholerfall classificirt und behandelt, wonach die Richtigkeit der Diagnose durch den raschen und tödtlichen Verlauf der Krankheit bestätigt wurde. Die frischen Entleerungen zeigten sich in ihrer äusseren Erscheinung als typisch choleraische, bestehend aus einer graulichen, wässerigen Flüssigkeit, und reichlichem, weissen Bodensatz. Sie gingen jedoch sehr rasch in einen Zustand hochgradiger Fermentation über, während welcher ein Theil des weissen Bodensatzes in die Höhe stieg und hier eine Lage bildete. Bei mikroskopischer Untersuchung konnte nicht die Spur irgend einer Art von Kommabacillen entdeckt werden, weder in der Flüssigkeit noch in den Flöckchen. Die letzteren bestanden aus Epithelialzellen und Fetzen, und konnten mit weit mehr Genauigkeit als dies wohl sonst bei gewöhnlichem Choleramaterial der Brauch ist, als eine Reincultur, nicht der Kommabacillen, sondern sehr sonderbarer, dicker, gerader, kurzer, ovaler Stäbchen bezeichnet werden. Dieselben waren in ungeheurer Zahl vorhanden, hauptsächlich in dichten Gruppen, welche einen engen Kreis um den Kern der Epithelialzellen schlossen. Von Plattenculturen erhielt man einen reichlichen und scheinbar ganz reinen Ertrag an Colonien, welche sich auf die Oberfläche des Nährmittels beschränkten und aus Elementen bestanden, welche die gleichen Eigenschaften, wie die in den Flöckchen enthaltenen aufwiesen. So lang als man nur eine Art von Kommabacillen, als mit dem Choleramaterial verbunden kannte, hätte man Fälle dieser Art mit einigem Grund, als keine ächten Cholerafälle verwerfen können; doch geht dies nicht mehr, wenn wir mit zahlreichen Arten von Cholera-Kommabacillen bekannt sind; denn wenn die Cholera mit zahlreichen verschiedenen Kommabacillen

(Forts. d. Textes S. 104.)

Tabelle I. Zeigt die Eigenthümlichkeiten, welche der Oberflächenbelag von verschiedenen

Serie.	Datum.	Alter der Cultur.	I. Species α.	II. Species β.	III. Species γ.
I.	27. Juli	6 Tage.	Glänzend, wie polirt, sehr adhäsiv.	Trocken; etw. rauh, nicht wie polirt aussehend, auch nicht adhäsiv.	Glänzend, wie polirt, auseinanderfliessend.
II.	31. Juli	5 Tage.	Dünn, glatt, glänzend, nicht adhäsiv.	Dicker, trocken, rauh und etwas runzlig; nicht adhäsiv.	Wie bei β, doch nicht so deutlich gerunzelt, nicht adhäsiv.
III.	5. Aug.	5 Tage.	Vollkommen glatt; glänzend, etwas adhäsiv.	Rauh, trocken, nicht adhäsiv.	Glatt, glänzend, sehr leicht adhäsiv.
IV.	10. Aug.	5 Tage	Dünn, vollkommen glatt, glänzend, etwas adhäsiv.	Dicker, rauh, trocken und etwas auseinanderfliessend.	Glänzend aber nicht ganz glatt; ganz leicht adhäsiv.
V.	15. Aug.	5 Tage.	Vollkommen glatt, glänzend, leicht adhäsiv.	Durch kleine, erhabene Stellen rauh gemacht; sehr wenig adhäsiv.	Glatt, etw. trocken; nur ganz leicht adhäsiv.
VI.	20. Aug.	5 Tage.	Vollkommen glatt, glänzend, polirt, etwas adhäsiv.	Oberfläche bedeckt mit kleinen Erhabenheiten; leicht adhäsiv.	Bedeckt mit kleinen Erhabenheiten; leicht adhäsiv.
VII.	25. Aug.	5 Tage.	Dünn, glatt, wie polirt, glänzend. etwas adhäsiv.	Die ganze Oberfläche durch kleine Erhabenheiten gerunzelt; leicht adhäsiv.	Theils glatt, theils rauh; leicht adh.
VIII.	31. Aug.	6 Tage.	Dünn, glatt, glänzend, deutlich adhäsiv.	Dicker, theils rauh; leicht adhäsiv.	Dick, glatt, leicht adhäsiv.
IX.	5. Sept.	5 Tage.	Glatt, wie polirt, glänzend, sehr leicht, adhäsiv.	Trocken, über und über durch kleine Erhabenheiten uneben, zum grossen Theil membranös, etwas adhäsiv.	Fast glatt, glänzend, leicht adhäsiv.
X.	10. Sept.	5 Tage.	Dünn, ganz wie polirt, adhäsiv.	Glänzend, aber drch. kleine Erhabenheiten gerunzelt, leicht adhäsiv.	Vollkommen polirt, sehr leicht adhäsiv.
XI.	15. Sept.	5 Tage.	Dünn, vollkommen glatt und wie polirt; nicht adhäsiv.	Ganz rauh; adhäsiv.	Vollkommen glatt, glänzend, adhäsiv.
XII.	20. Sept.	5 Tage.	Glatt, glänzend, wie polirt, leicht adhäsiv.	Ganz rauh u trocken aussehend; sehr leicht adhäsiv.	Theilweise uneben durch leichte Erhöhungen, auseinanderfliessend

Arten von Commabacillen bei einige Tage alter Cultur in Agar-Agarproberöhrchen aufwies.

IV. Species ε.	V. Species ζ.	VI. Species η.	VII. Species θ.
Glänzend, wie polirt, sehr adhäsiv.	Glänzend, polirt, sehr adhäsiv.	Glänzend, wie polirt, ockerfarhig, zähe.	Glänzend, aber nicht glatt; leicht adhäsiv.
Dick, glatt, glänzend, adhäsiv.	Dick, glatt, glänzend, zähe.	Dick, glatt, glänzend, zähe.	Etwas rauh und runzlig; leicht adhäsiv.
Glatt, glänzend, ausserordentlich zähe.	Glatt, glänzend, etwas ockerfarbig; zähe.	Glatt, glänzend, ungemeln zähe.	Glatt, glänzend, sehr adhäsiv.
Dick, nicht ganz glatt, zähe.	Dick, rahmig, sehr zähe.	Dick, rahmig, nngemeiu zähe.	Dick, glatt, fencht, zähe.
Dick, glatt, leicht ockerfarbig, ungemeln zähe.	Dick, glatt, leicht ockerfarbig; zähe.	Sehr dick, glatt; entschieden ockerfarbig; ungemein zähe.	Dick, glatt, adhäsiv.
Sehr dick, glatt, leicht ockerfarbig, zähe.	Sehr dick, glatt, leicht ockerfarbig, zähe.	Sehr dick, glatt, leicht ockerfarhig, zähe.	Sehr dick, glatt, leicht ockerfarhig, adhäsiv.
Sehr dick, ganz glatt, sehr zähe.	Sehr dick, ganz glatt, sehr zähe.	Sehrdick, ganz glatt, sehr zähe.	Fast glatt, ziemlich trocken, leicht adhäsiv.
Dick, glatt, etwas ockerfarhig, zähe	Dick, glatt, etwas ockerfarbig, zähe.	Dick, glatt, etwas ockerfarbig, zähe.	Dick, glatt, adhäsiv.
Sehr dick, glatt, zähe.	Sehr dick; etwas rauh, adhäsiv.	Sehr dick, ganz glatt, zähe.	Dick, ganz glatt, sehr adhäsiv.
Sehr dick; ganz glatt, mit ockeriger Färbnng, sehr zähe.	Vollkommen glatt, sehr zähe.	Sehr dick, ganz glatt, sehr zähe.	Dick, ganz glatt, ockerfarbig, sehr adhäsiv.
Sehr dick, glatt, etwas ockerfarbig, zähe.	Glatt, dick, etwas ockerfarbig, sehr adhäsiv.	Ungemein dick, glatt, deutlich ockerfarbig, ausserordentlich zähe.	Glatt, dick, ockerfarbig, sehr adhäsiv.
Dick, glatt, entschieden ockerfarbig, sehr zähe.	Dick, glatt, schwach ockerfarbig, zähe.	Sehr dick, glatt, stark ockerfarbig, ungemein zähe.	Dick, glatt, schwach ockerfarhig, sehr adhäsiv.

Tabelle I. Zeigt die Eigenthümlichkeiten, welche der Oberflächenbelag von verschiedenen

Serie.	Datum.	Alter der Cultur.	I. Species α.	II. Species β.	III. Species γ.
XIII	25. Sept.	5 Tage.	Vollkommen glatt, glänzend, wie po lirt, leicht adhäsiv	Die ganze Oberfläche rauh und trocken; leicht adhäsiv.	Glänzend, aber nicht ganz glatt, leicht adhäsiv.
XIV.	1. Oct.	6 Tage.	Dünn, weiss, vollkommen glatt und wie polirt, leicht adhäsiv.	Ganze Oberfläche rauh und trocken, leicht adhäsiv.	Glatt, weiss, glänzend, leicht adhäs.
XV.	6 Oct.	5 Tage.	Dünn; vollkommen glatt und wie polirt, etwas adhäsiv.	Trocken, runzlig; etwas adhäsiv.	Fast glatt; etwas trocken, auseinanderfliessend.
XVI	11. Oct.	5 Tage.	Glänzend, wie polirt, fast ganz glatt, nicht adhäsiv.	Trocken u. runzlig; ganz leicht adhäsiv.	Dick, glänzend. fast glatt; nicht adhäs.
XVII.	21. Oct.	5 Tage	Fast glatt, glänzend, nicht adhäsiv.	Zum grossen Theil rauh, durch kleine Erhöhungen leicht adhäsiv.	Rauh und zum grössten Theil trocken; leicht adhäsiv.
XVIII.	25. Oct.	4 Tage	Dünn, glatt, glänzend weiss; nicht adhäsiv	Ganz rauh; etwas adhäsiv.	Glänzend, aber drch. kleine Erhöhungen bedeckt; ganz wenig adhäsiv.
XIX.	31. Oct.	6 Tage.	Sehr dünn, ganz glatt, wie polirt, nicht adhäsiv.	Viel dicker, trocken; zum grössten Theil rauh, nicht adhäsiv.	Dick, zum grössten Teil rauh, aber glänzend u. feucht; nicht adhäsiv.
XX.	5. Nov.	5 Tage.	Sehr dünn, ganz glatt; glänzend; leicht adhäsiv	Bedeutend dicker, in der Mitte trocken und rauh; leicht adhäsiv.	Glänzend, polirt; in der Mitte nicht ganz glatt; leicht adhäs

verbunden sein kann, so ist kein vernünftiger Grund anzunehmen, diese könnten nicht unter Umständen durch andere Formen von Spaltpilzen ersetzt werden. Das Vorkommen solcher anormalen Fälle, zusammengehalten mit der Thatsache, dass wir keinen Beweis haben von der, vor dem Eintreten activer Krankheitssymptome stattgefundenen Vermehrung der Kommabacillen im Darmcanal, und der ausgesprochenen Unwahrscheinlichkeit einer nennenswerthen Absorption des Darminhaltes in den früheren Stadien, scheinen zum Nachweis genügend, dass weder Koch's Art, noch die Gruppe von Kommabacillen als Ganzes

Arten von Kommabacillen bei einige Tage alter Cultur in Agar-Agarproberöhrchen aufwies.

IV. Species ε.	V. Species ζ.	VI. Species η.	VII. Species Θ.
Dick, ganz glatt, zähe.	Dick, vollkommen glatt, etwas ockerfarbig, sehr zähe.	Sehr dick, entschieden ockerfarhig; ganz glatt, ungemein zähe.	Dick, ganz glatt, ockerfarhig, zähe.
Dick, glatt, durchaus entschieden ockerfarbig, zähe.	Dick, polirt, weiss, sehr adhäsiv.	Dick, polirt, zähe.	Sehr dick, glatt, etwas ockerartig, zähe.
Fast glatt; sehr adhäsiv.	Dick, glatt, wie polirt, zähe.	Fast ganz glatt, sehr adhäsiv.	Dick, glatt, wie polirt, sehr adhäsiv.
Sehr dick, glatt, etwas trocken, adhäsiv.	Dick, glatt, wie polirt, schwach ockerig gefärbt; zähe.	Sehr dick, glatt, adhäsiv.	Dick, glatt, schwach ockerfarbig, zähe.
Dick, etwas rauh, glänzend, nicht adhäsiv.	Glatt, glänzend, sehr adhäsiv.	Dick; in der Mitte trocken u. runzlig, nicht adhäsiv.	Sehr dick, glatt, glänzend; stark ockerfarbig, sehr adhäsiv.
Dick, fast glatt, glänzend; sehr adhäsiv.	Glänzend, glatt, ziemlich trocken, adhäs.	Glänzend, glatt, sehr adhäsiv.	Dick, ganz glatt, glänzend; sehr adhäsiv.
Sehr dick, fein gerauht, sehr deutliche Ockerfärbung; sehr zähe.	Sehr dick, fein gerauht, sehr deutliche Ockerfärbung; sehr zähe.	Sehr dick, ganz glatt, entschieden ockerfarhig, sehr zähe.	Sehr dick, ganz glatt und glänzend; entschieden ockerfarbig; zähe.
Sehr dick, leicht in der Mitte gerauht; entschieden ockerfarbig, zähe.	Sehr dick, ganz glatt, glänzend; entschieden ockerfarbig, zähe.	Sehr dick, rauh und etwas trocken, zähe.	Sehr dick, ganz glatt und glänzend, entschieden ockerfarbig, zähe.

im Stande sind, als eigentlich primäre Ursache der Cholera zu wirken.

Dies alles in Betracht gezogen, scheinen fast die Gründe gegeben, eine Theorie, wie die folgende, in Bezug auf den Zusammenhang zwischen den verschiedenen Arten von Kommabacillen und anderen Spaltpilzarten, von welchen es im Choleramaterial wimmelt, und der Krankheit selbst, aufzustellen. Für keine Art von allen ist nachgewiesen, dass sie im Stande sei, die Krankheit zu erzeugen, sie sind alle bloss normale Bewohner

(Forts. d. Textes S. 114.)

Tabelle II. Zeigt die Eigenthümlichkeiten von Culturen

Serien.	Zeit nach der Impfung.	Species α.	Species β.	Species γ.	Species δ.
I. 2. Juli.	24 Std.	Durchaus wolkig, glattes Häutchen von beträchtlicher Dicke. Bei Säurezufügung starke Cholerarothreaktion; 2 Stunden später ganz klar; oben tiefbraun, unten gelb.	Durchaus wolkig u. mit ununterbrochenem, runzeligen Häutchen bedeckt. Starke Cholerarothreaktion mit gelbem Sediment am Boden, 2 Stunden später noch wolkig, 24 Stunden später trübe, durchaus goldgelb.	Durchaus wolkig; ununterbrochenes glattes Häutchen. Starke Cholerarothreaktion. 2 Stunden später pfirsichfarb., mit etwas Gelb am Grund; wolkig; 24 Stunden sp. trübe, röthlich ockerfarb. durchaus.	Klar mit wenig Flöckchen an der Oberfläche. Keine Spur von Cholerarothreaktion, 2 Stdn. später wolkig; 24 Stunden später trübe; durchaus gelb.
	48 Std	Durchaus wolkig; glattes Häutchen; starke Cholerarothreaktion; 24 Std. später vollkommen klar, oben braun, unten gelb.	Durchaus wolkig; ein trockenes, starkes, gerunzeltes Häutchen. Starke Cholerarothreaktion; 24 St. später trüb, oben bräunlich orange, unten gelb.	Durchaus wolkig; dickes, glattes Häutchen. Cholerarothreaktion, 24 St. sp. wolkig; oben stark orangeroth, unten gelb.	Leicht wolkig; kein Häutchen. Keine Spur Cholerarothreaktion. 24 Std später wolkig; ledergelb. mit schmalem centralen, bräunlichen Streifen.
II. 11. Juli.	24 Std.	Leicht wolkig, dünnes getüpfeltes Häutchen, starke Cholerarothreaktion, 48 Std. später klar, braun topas.	Leicht wolkig, dünnes, trockenes, runzeliges Häutchen; starke Cholerarothreaktion; 48 Std später klar, goldgelb.	Wolkig; dickeres Häutchen mit Neigung zum runzelig werden. Starke Cholerarothreaktion; 48 St. später klar, rosa.	Vollkommen klar, dickes Häutchen; sinkt sofort b. Bewegung unter. Keine Cholerarothreaktion, 48 St. sp. fast klar, goldgelb.
	72 Std.	Leicht wolkig; dickes punktirtes Häutchen; starke Cholerarothreaktion: 24 St. später ganz klar, braun, mit röthlichem Ton.	Leicht wolk., dickes, trockenes, runzliges Häutchen. Starke Cholerarothreaktion, 24 St. später dicht wolkig, roth orangefarbig	Leicht wolk.; dickes, sanftes Häutchen. Cholerarothreaktion; 24 St. später wolkig, röthlich orangefarbig.	Trüb, Flöckchen an der Oberfläche, welche bei Bewegung untersinken. Keine Cholerarothreaktion; 24 St. sp. wolkig; gelb.
	96 Std.	Fast klar, fortgesetztes Häutchen. 24 St. später ganz klar, tiefrothbraun.	Fast klar, runzliges Häutchen. 24 Std. nach Säuren trüb, tief orangeroth.	Fast klar; gleichmässiges ununterbrochenes Häutchen. 24 St. nach Säurezusatz trüb, gelb unten, rothorange oben.	Wolk., Flöckchen an der Oberfläche, 24 St. nach Säurezusatz wolkig. gelb.

verschiedener Arten von Kommabacillen in Nährbouillon.

Species ε.	Species ζ.	Species η.	Species θ.
Durchaus wolkig; kein Häntchen. Bei Säurebehandlung eine kaum bemerkbare Spur von Cholerarotb. 2 Stunden später wolkig: 24 Stunden später leicht getrübt, sehr blass ockerfarbig.	Durchans wolkig; kein Häutchen. Bei Säurezusatz eine kaum bemerkbare Spur von Choleraroth, 2 St. sp. wolkig; 24 St. später leicht getrübt, schwach ockerfarbig.	Durchaus wolkig; kein Häutchen. Bei Säurezusatz eine kaum bemerkbare Spnr von Choleraroth, 2 St sp. wolkig; 24 St. später fast klar, goldgelb.	Durchaus wolkig; ununterbrochenes, glattes Häutchen. Bei Zusatz der Säuren eine deutliche Spur von Choleraroth; 2 St. später wolkig; 24 St. später trüb, röthlich ockerfarbig.
Sehr dick wolkig; sehr dickes, glattes Häutchen; mit Säuren sehr schwacb rotb; 24 St. später wolkig, ockerfarbig.	Sehr dicbt wolkig, sehr glattes Häutcben; mit Säuren schwach roth, 24 St. später wolkig, goldgelb mit schmaler, bräunlicberSchicht, etwas unter der Oberfläcbe.	Sehr dicht wolkig; dünnes, runzliges Häntchen. Mi tSäuren sehr schwach roth, 24 St. später wolkig, ockerfarbig.	Dicht wolkig; dickes, glattes Häutcben, mit Säuren deutlich rotb. 24 St später wolkig, stark goldgelb unten, bräunlich oben.
Wolkig; sehr dünnes Häutcben; mit Säuren stark roth; 48 St. sp. trübe, goldgelb mit leicht bräunlichem Tone.	Wolkig, keinHäutchen; mit Säuren stark roth, 48 St. später klar, rosa topas.	Wolkig, sehr dünnes Häutchen, mit Säuren stark roth. 48 St. später trüb, stark orangefarbig.	Dicht wolkig; dickes, sanftes Häutchen; mit Säuren roth; 48 St. später trüb, ockerfarbig mit rosa-Ton.
Wolkig; dickes, gleichmässiges Häutchen. Bei Säuren sehr stark roth; 24 St. sp. trüb, gelb nnten, rotborange farbig oben.	Wolkig, dickes gleichmässiges Häutchen. Mit Säureu stark roth, 24 St. sp. wolkig, gelb unten, orange oben	Wolkig; dlckes, gleichmässiges Häutchen. Mit Säuren stark roth; 24 St. später dicbt wolkig, gelb unten, orange oben.	Leicht wolkig; dickes, sanftes Häutchen. Mit Säuren sehr stark roth, 24 St. später trüb.
Fast klar, dickes, gleichmässigesHäutchen; 24 St. nacb Säurezusatz trüb, gelb nnten, orange oben.	Wolkig; dlckes gleichmässiges Häutchen. 24 St. nach Säurezusatz wolkig, gelb nnten, roth orange oben.	Dicht wolkig; dickes, gleichmässigesHäutchen. 24 Std. nach Säurezusatz dicht wolkig, unten gelb, oben stark orangerotb.	Wolkig; dickes, sanftes Häutchen. 24 St. nach Säurezusatz dichtwolkig, gelb unten, orange oben.

Tabelle II. Zeigt die Eigenthümlichkeiten von Culturen

Serien.	Zeit nach der Impfung.	Species α.	Species β.	Species γ.	Species δ.
	120 Std.	24 Std. nach dem Säurezusatz ganz klar.	24 Std. nach Säurezusatz fast klar.	24 St. nach Säurezusatz trüb.	24 St. nach Säurezusatz wolkig.
III. 21. Aug.	24 Std.	Durchaus wolkig; dünnes Häutchen; starke Cholerarothreaktion, 24 Std. später klar, braun.	Durchaus wolkig; dünnes Häutchen; starke Cholerarothreaktion; 24 St. sp. fast durchsichtig, gelb unten, warm und braun oben.	Ganz wolkig, dünnes Häutchen. Starke Cholerarothreaktion. 24 St. später fast klar, gelb unten, oben braun.	Ganz klar kein Häutchen. Keine Cholerarothreaktion. 24 St. sp. fast klar, lederfarbig.
	48 Std.	Durchaus wolkig; dickes glattes Häutchen. Starke Cholerarothreaktion; 24 St. später klar topas	Wolkig durchaus; trockenes, runzelig. Häutchen. Starke Cholerarothreaktion; 24 St. später durchsichtig gelb unten, roth-braun oben.	Durchaus wolkig; trockenes, runzel. Häutchen. Starke Cholerarothreaktion; 24 St. später trüb, gelb unten, rothbraun oben.	Leicht getrübt; schwache Wolke bei leichter Bewegung oben sichtbar. Keine Cholerarothreaktion. 24 St. sp. klar, topas.
	72 Std.	Intensive Cholerarothreaktion, 24 St später durchsichtig, oben bräunlich.	Intensive Cholerarothreaktion, 24 St. später trüb.	Intensive Cholerarothreaktion, 24 St. später trüb.	Keine Cholerarothreaktion. 24 St. später trüb.
IV. 12. Sept.	48 Std.	Sehr dicht wolkig, dickes, weiches, gleichmässiges Häutchen	Durchaus dicht wolkig; trockenes, runzeliges Häutchen.	Dicht wolkig durchaus; ein verhältnissmässig dünnes, fast glattes Häutchen.	. . . .
	72 Std.	Dicht wolkig durchaus; Häutchen dick, weich, gleichmässig; mit Säuren stark roth, 24 St. später durchsichtig, goldgelb unten, rothorange oben.	Durchaus wolkig; Häutchen relativ dünn, zäh, runzelig. Mit Säuren stark roth; 24 St später wolkig, goldgelb unten, rothorange oben.	Durchaus wolkig. Dünnes, getüpfeltes, sprödes Häutchen; mit Säuren stark roth; 24 St. später dicht wolkig, gelb unten, roth orange oben.	. . . .
	96 Std.	24 St. nach Säurezusatz durchsichtig.	24 St. nach Säurezusatz trüb.	24 St. nach Säurezusatz wolkig.	. . . .
V. 26. Sept.	48 Std.	Durchaus wolkig; Häutchen fest, gleichmässig.	Leicht wolkig; Häutchen dünn, trocken, runzelig.	Durchaus wolkig; Häutchen fest, gleichmässig.	Fast klar; leicht untersinkend; oben wolkig

verschiedener Arten von Kommabacillen in Nährbouillon.

Species ε.	Species ζ.	Species η.	Species θ.
24 St. nach Säurezusatz wolkig.	24 St. nach Säurezusatz wolkig.	24 St nach Säure zusatz wolkig.	24 Stunden nach Säurezusatz wolkig.
Durchaus wolkig, kein Häutchen; mit Säuren sehr stark roth 24 St. später trüb, gelb.	Durchaus wolkig; dünnes Häutchen. Mit Säuren stark roth; 24 St. später trüb, gelb unten, bräunlich rosa oben.	Dicht wolkig, kein Häutchen. Mit Säuren stark roth; 24 Std. später trüb, gelb.	Durchaus wolkig, kein Häutchen. Mit Säuren stark roth; 24 St. sp. trüb, gelb.
Durchaus wolkig, dickes, gleichmässiges Häutchen. Mit Säuren stark roth; 24 Std. später trüb, gelb unten, braungelb oben.	Durchaus wolkig; dickes gleichmässiges Häutchen. Mit Säuren stark roth, 24 St. sp. etwas trüb, topas.	Durchaus wolkig, dickes, gleichmässiges Häutchen. Mit Säuren stark roth; 24 St sp. trüb, gelb.	Durchaus wolkig; dickes, gleichmässiges, runzeliges Häutchen. Mit Säuren stark roth, 24 St später durchsichtig, topas.
Mit Säuren intensiv roth; 24 Std später wolkig.	Mit Säuren intensiv roth, 24 Std. später wolkig	Mit Säuren intensiv roth. 24 Std. später wolkig.	Mit Säuren intensiv roth. 24 St. sp. wolkig.
Leicht wolkig; dünnes, trockenes und dicht grüngelbes Häutchen	Dicht wolkig. Häutchen gut entwickelt, fast glatt.	Dicht wolkig Häutchen dick, weich, gleichmässig.	Dicht wolkig. Häutchen dicht weich, mit leichter Neigung zum Runzeligwerden.
Leicht wolkig; Häutchen rauh, trocken, runzelig Mit Säuren stark roth, 24 St. sp. trüb.	Durchaus wolkig. Häutchen dick, weich. gleichmässig. Mit Säuren stark roth; 24 St. später trüb.	Dicht wolkig; Häutchen dick, weich, gleichmässig. Mit Säuren stark roth, 24 St. sp. dicht wolkig	Dicht wolkig. Häutchen dick, weich, mit leichter Neigung zum Runzeligwerden. Mit Säuren stark roth, 24 St. sp wolkig.
Sehr leicht wolkig; Häutchen dünn, zäh, trocken, runzelig. Mit Säuren stark roth, 24 St. sp. dicklich trüb.	Wie oben.	Wie oben.	Wolkig; dickes, weiches, gleichmässiges Häutchen Mit Säuren stark roth, 24 St sp. dicht wolkig.
Durchaus wolkig; Häutchen dünn, runzelig.	Durchaus wolkig, Häutchen dünn, glatt.	Sehr dicht wolkig. Häutchen weich, gleichmässig.	Wolkig durchaus; Häutchen dick, weich.

Tabelle II. Zeigt die Eigenthümlichkeiten von Culturen

Serien.	Zeit nach der Impfung	Species α.	Species β.	Species γ.	Species δ.
	72 Std.	24 St. nach Säurezusatz klar.	24 St. nach Säurezusatz trüb.	24 St. nach Säurezusatz, wolkig.	24 St. nach Säurezusatz klar.
VI. 9. Oct.	24 Std.	Leicht wolkig, Häutchen dünn getüpfelt. Mit Säuren entschieden roth, nach 24 St. klar, braun.	Durchaus wolkig; Häutchen dünn, trocken. Mit Säuren entschieden roth. 24 Std. später klar, rosa.	Durchaus wolkig, oben dicht; gut gebildetes Häutchen. Mit Säuren entschieden roth; 24 St. später trüb, gelb.	. . . .
	48 Std.	Dicht wolkig; dickes, glattes Häutchen. Mit Säuren stark roth, 24 St. später klar, braun, mit röthlicher Färbung.	Durchaus wolkig; Häutchen runzelig. Mit Säuren stark roth, 24 St. später trüb, orangeroth.	Durchaus wolkig. Häutchen dick, sanft. Mit Säuren tief roth, 24 St. sp. wolkig, orange.	. . . .
	72 Std.	Leicht wolkig; Häutchen dick, glatt. Mit Säuren tief roth; 24 St. später klar, braun topas.	Sehr wenig wolkig; Häutchen dünn, runzelig. Mit Säuren stark roth. 24 St. sp. trüb, orangeroth.	Durchaus wolkig, Häutchen sanft, dick; mit Säuren tief roth, 24 St sp wolkig, orange.	. . . .
	96 Std.	Durchaus wolkig; Häutchen dick, glatt. Mit Säuren intensiv roth, 24 St. später fast klar.	Fast klar, Häutchen dick. Mit Säuren intensive roth; 24 St. später fast klar, braunroth.	Wie oben.	. . . .
	120 Std.	Dicht wolkig. Häutchen dick, gleichmässig. Mit Säuren intensiv, roth, 24St. sp. klar.	. . . .	. . . .	. . . .
VII. 30. Oct.	24 Std.	Durchaus wolkig; gut entwickeltes, gleiches, leichtes Häutchen. Mit Säuren entschieden choleraroth, 24 St. später klar, braun.	Durchaus wolkig, Häutchen sehr dünn, fleckig. Mit Säuren entschied. Spur von Roth, 24 St. sp. fast klar, gelb unten, braun topas oben.	Durchaus wolkig; Häutchen dünn, trocken, runzelig. Mit Säuren eine Spur von Choleraroth, 24 St. später wolkig.	. . . .
	48 Std.	Dicht wolkig; Häutchen dick, gleichmässig; mit Säuren deutlich roth, 24 St später fast klar.	Wolkig; Häutchen dünn, gleichmässig; bei Säuren deutlich roth; 24 St. sp. leicht getrübt.	Wolkig; Häutchen fest, etwas runzelig. Mit Säuren deutlich roth, 24 St. sp. dick trüb.	. . . .

verschiedener Arten von Kommabacillen in Nährbouillon.

Species ε.	Species ζ.	Species η.	Species θ.
24 St. nach Sänreznsatz wolkig.	24 St. nach Säurezusatz trüb.	24 Std. nach Säure zusatz wolkig.	24 St. nach Säurezusatz klar.
Dicht wolkig; Häutchen deutlich getüpfelt. Mit Säuren entschiedene Spur von Roth, 24 St. später wolkig, unten gelb, oben roth-orange.	Dicht wolkig, Häutchen dick, gleichmässig; mit Säuren entschiedene Spur von Roth. 24 St. später wolkig, gelb un ten, roth-orange oben.	Dicht wolkig, Häutchen dick, gleichmässig, ziemlich zäh. Mit Säuren deutliche Spur von Roth, 24 St. sp. wolkig, gelb unten, orange oben.	Gleichmässig wolkig. Häutchen gut entwickelt, getüpfelt. Mit Säuren bloss eine Spur von roth, 24 Std. sp. fast klar, gelb.
Durchaus wolkig; Häutchen dick, gleichmässig. Mit Säuren stark roth, 24 St. sp. dicht wolkig.	Durchaus wolkig, Häutchen dick und gleichmässig. Mit Säuren stark roth, 24 St. sp. dicht wolkig.	Wolkig; Häutchen trocken, grob gerunzelt. Mit Säuren entschieden roth; 24 St. sp. dicht wolkig.	Leicht wolkig; Häutchen dick, etwas runzelig. Mit Säuren stark roth, 24 St. sp. trüb, gelb.
Wolkig. Häutchen sehr dick, weich, gleichmässig. Mit Sänren stark roth. 24 St. sp. dicht wolkig.	Wie oben.	Wie oben.	Fast klar; Häutchen dick, fast glatt. Mit Säuren stark roth. 24 St. sp. dicklich trüb, gelb nnten, röthlich orange oben.
Wie oben.	Wie oben.	Wolkig; Häutchen dick, runzelig. Mit Säuren stark roth; 24 St. sp. dicht wolkig.	Fast klar; Häutchen dick, glatt. Mit Säuren tief roth, 24 St. sp. trüb.
. . . .	. . . .	. . . .	. . . .
Dicht wolkig; Häutchen dünn, ziemlich trocken, mit Säuren eine Spur von Roth, 24 St. sp. wolkig.	Sehr dicht wolkig, Häutchen sehr dünn, gleichmässig. Mit Säuren starke Spur von Choleraroth, 24 St. später wolkig.	Sehr dicht wolkig; Häutchen ungemein dünn; mit Säuren Spur von Roth, 24 Std. sp. trüb.	Dicht wolkig durchans; Häutchen dünn, runzlig; mit Säuren eine Spur von Roth, 24 St. sp. wolkig.
Wolkig. Häutchen leicht runzelig. Mit Säuren stark roth, 24 St. sp. dicht wolkig.	Dicht wolkig; Häutchen dick, weich. Mit Säuren schwach roth. 24 St. sp. dicht wolkig.	Leicht wolkig; auffallend gerunzeltes Häutchen. Mit Säuren schwach roth. 24 St. sp. dicht wolkig.	Dicht wolkig, Häutchen auffallend gerunzelt. Mit Säuren deutlich roth, 24 St. sp. dicht wolkig.

Tabelle II. Zeigt die Eigenthümlichkeiten von Culturen

Serien.	Zeit nach der Impfung.	Species α.	Species β.	Species γ	Species δ.
	72 Std.	Wie oben.	Dicht wolkig; Häutchen dünn; zäh. Mit Säuren stark roth; 24 St. sp. dicklich trüb.	Sehr leicht wolkig; Häutchen weich; dick, gleichmässig. Mit Säuren stark roth, 24 St. sp. trüb.	. . . . . .
	96 Std.	Trüb, sonst wie oben.	Fast klar; Häutchen ziemlich dünn; mit Säuren intensiv roth, 24 St. sp. trüb.	Trüb; Häutchen dick, locker. Mit Säuren sehr stark roth, 24 St. sp. fast klar.	. . . .
VIII. 11. Nov.	24 Std.	Wolkig, gut entwickeltes Häutchen; mit Säuren entschieden roth; 24 St. später klar, gelb unten, braun topas oben.	Durchaus wolkig, kein Häutchen. Mit Säuren stark roth. 24 St. sp klar, gelb.	Durchaus wolkig; Häutchen gut entwickelt, zäh, trocken; mit Säuren entschieden roth; 24 St. sp. wolkig, gelb unten, ocker pfirsichfarb. oben.	. . . . . .
	48 Std.	Wolkig; Häutchen trocken, ziemlich zähe. Mit Säuren stark roth. 24 St später fast klar.	Leicht wolkig; Häutchen dünn, trocken, runzelig Mit Säuren stark roth. 24 St. sp. trüb.	Wolkig; Häutchen trocken, zäh. Mit Säuren stark roth. 24 St. sp. wolkig.	. . . .
	72 Std.	Wolkig. Häutchen dick, fast gleichmässig. Mit Säuren stark roth, 24 St. später klar.	Fast klar; Häutchen dünn, auffallend gerunzelt. Mit Säuren stark roth, 24 sp trüb.	Leicht wolkig; Häutchen dick, fast glatt. Mit Säuren stark roth, 24 St. später wolkig.	. . . .
	96 Std.	Wie oben, 48 St. nach Säuren klar.	Wie oben. 48 St. nach Säuren leicht trüb.	Wie oben. 48 St. nach Säuren wolkig.	. . . .
IX. 17. Nov.	24 Std.	Dichtwolkig, Häutchen sanft, glatt; mit Säuren stark roth, 24 St. später klar, gelb mit bräunlichem Ton oben.	Dicht wolkig; kein Häutchen, mit Säuren tief roth; 24 St. sp. klar, gelb unten, orange oben.	Dicht wolkig; Häutchen dünn, getüpfelt; mit Säuren stark roth. 24 St. sp. wolkig, ocker-pfirsichfarbig.	. . . .
	72 Std.	Dicht wolkig; Häutchen dicht, fein gerunzelt. Mit Säuren stark roth. 24 St. sp. klar, braun.	Fast klar; sehr auffallend gerunzeltes Häutchen. Mit Säuren stark roth, 24 St. sp. dick trüb, roth orange.	Wolkig; Häutchen dick, fast glatt. Mit Säuren stark roth, 24 St. sp. dicht wolkig.	. . . .

verschiedener Arten von Kommabacillen in Nährbouillon.

Species ε.	Species ζ.	Species η.	Species θ.
Dicht wolkig, Häutchen dick locker. Mit Säuren stark roth, 24 St. sp. sehr trüb.	Dicht wolkig, Häutchen dick, weich; mit Säuren stark roth, 24 St. sp. sehr trüb.	Fast klar, Häutchen etwas runzelig; mit Säuren stark roth, 24 St. sp. fast klar.	Wolkig; Häutchen dünn trocken; mit Säuren stark roth; 24 St. sp. sehr trüb.
Trüb; sonst wie oben.	Wie oben.	Häutchen dick locker. Sonst wie oben.	Sehr dicht wolkig; Häutchen dick, sanft; mit Säuren stark roth; 24 St. sp. leicht getrübt.
Durchaus wolkig; Häutchen gut entwickelt, leicht gerunzelt. Mit Säuren entschieden purpurn. 24 St. später wolkig.	Durchaus wolkig; eine Spur von einem Häutchen; mit Säuren stark roth; 24 St. sp. trüb.	Durchaus wolkig; Häutchen gut entwickelt, fast glatt. Mit Säuren entschieden roth; 24 St. sp. dicht wolkig.	Dicht wolkig; kein Häutchen. Mit Säuren entschieden roth; 24 St. später fast klar, pfirsichfarbig.
Wolkig. Häutchen dick, fast glatt. Mit Säuren stark roth, 24 St. sp. dicht wolkig.	Wolkig; sehr dünnes, glattes Häutchen. Mit Säuren stark roth; 24 St. sp. trüb.	Wolkig, Häutchen dick, glatt. Mit Säuren stark roth, 24 St. sp. trüb.	Sehr dicht wolkig. Häutchen trocken, fast glatt. Mit Säuren stark roth; 24 St. sp. dicht wolkig.
Leicht wolkig; Häutchen dick, gleichmässig. Mit Säuren stark roth; 24 St. sp. dicht wolkig.	Leicht wolkig; Häutchen dick, fast glatt. Mit Säuren stark roth; 24 St. später wolkig.	Fast klar; Häutchen dick, glatt. Mit Säuren stark roth; 24 St. sp. leicht trüb.	Wolkig; Häutchen dick, fast glatt; mit Säuren stark roth. 24 St. sp. dicht wolkig.
Wie oben. 48 St. nach Säuren wolkig.	Wolkig, Häutchen trocken. Mit Säuren intensiv roth, 48 St sp. leicht trüb.	Leicht wolkig, Häutchen trocken; mit Säuren stark roth. 48 St. sp leicht wolkig.	Wie oben. 48 St. nach Säurezusatz leicht trüb.
Dicht wolkig; Häutchen dünn, fein gerunzt; mit Säuren entschieden roth; 24 St. sp. wolkig, gelb unten, ockerpfirsichfarbig oben.	Dicht wolkig, kein Häutchen. Mit Säuren stark roth; 24 St. sp. dicklich trüb, gelb unten, ockerpfirsichfarbig oben.	Dicht wolkig; Häutchen dünn, glatt, zäh. Mit Säuren schwach roth. 24 St. sp. dicht wolkig, gelb unten, rosa orange oben.	Dicht wolkig, kein Häutchen. Mit Säuren stark roth, 24 St. sp. trüb, gelb.
Fast klar; Häutchen fein gerunzelt; mit Säuren stark roth; 24 St. sp. dicklich trüb.	Dicht wolkig; Häutchen fein gerunzelt. Mit Säuren stark roth; 24 St. sp. dick, wolkig.	Wolkig; Häutchen auffallend gerunzelt. Mit Säuren stark roth. 24 St sp. dicht wolkig.	Wolkig, Häutchen dick, glatt; mit Säuren stark roth; 24 St. sp. wolkig.

des Darmcanals, welche sich abnorm vermehrt haben, infolge wichtiger Veränderungen, welche der Darminhalt in seinen ersten Stadien durchgemacht hat. Der Darmcanal ist beständig bevölkert von einer unendlichen Varietät von Spaltpilzen, unter welchen sich in vielen Fällen Kommabacillen und andere Vibrioarten erkennen lassen. Alle sind natürlich einem fortgesetzten Kampf ums Dasein unterworfen und die Bedingungen sind solche, dass, unter gewöhnlichen Umständen gewisse Species, wie die gewöhnlichen Cholera-Kommabacillen unterdrückt und unfähig gemacht werden, sich in irgend beträchtlichem Maasse zu vermehren. Bei Eintritt der tiefen Veränderung in den Bedingungen bei Ausbruch der Cholera begegnen gewisse Species von Schizomyceten, welche gerade im Darmcanal anwesend sind, Bedingungen, welche ihnen besonders günstig sind, und vermehren sich deshalb in's Ungeheure. Die Zahl derjenigen Species, welche den veränderten Bedingungen besonders günstig sind, ist in verschiedenen Fällen verschieden und die Resultate variiren natürlich entsprechend, so dass in gewissen Fällen verhältnismässig reine Culturen der einen oder anderen Art vorkommen, während sich in anderen Fällen mehrere Arten gleichzeitig vermehren und gemischte Culturen entstehen. Im Laufe ihrer Entwickelung müssen alle Species Zersetzungsprodukte verschiedener Art veranlassen, und diese können natürlich in ihren Eigenschaften sehr von einander abweichen, indem einige unschädlich bleiben, andere, sollten sie resorbirt werden, in verschiedenen Graden giftig einwirken. Die Resorption muss jedoch während den ersten Stadien des Choleraprocesses fast gänzlich darniederliegen, und nur nach deren Verlauf kann sie irgendwie eine Rolle spielen. Ist sie wieder im Gang, so sind die Resultate natürlich je nach Art des resorbirten Materials verschieden. War letzteres unschädlich, so wird keine bedeutende Wirkung eintreten; war es aber giftig, so wird es die Symptome hervorrufen, welche sich so oft in den letzten Stadien der Cholera zeigen und, während sie gänzlich ausser Stand sind, die Krankheit hervorzurufen können die Darmschizomyceten doch eine sehr grosse Rolle in Bezug auf die Sterblichkeit spielen. Eine der auffallendsten

Erscheinungen der Cholera ist die grosse Verschiedenheit in Bezug auf die Sterblichkeit bei Fällen, welche im Anfange gleich schwer erscheinen und in welchen alle primären Erscheinungen gleichmässig zum Ausdruck kommen, indem sich diese Verschiedenheit sowohl in Bezug auf bestimmte, lokale Epidemien, auf verschiedene Perioden einer und derselben Epidemie, und unter Umständen in individuellen Fällen ausprägt. Auch ist in gewissen Fällen durchaus keine deutliche, septicämische Erscheinung vorhanden, und diejenigen, welche mit dem Leben davonkommen, gehen sofort aus einem Zustand tiefen Collapses in den der Convalescenz über, während in grosser Zahl Beispiele septicämischer Symptome von verschiedener Intensität die letzteren Stadien der Krankheit charakterisiren. Nicht weniger auffallend ist die sonderbar widersprechende Wirkung won gewissen Heilmitteln, wie z. B. Salol bei der Behandlung. Nun sind alle diese Erscheinungen vollkommen unverständlich, wenn sie einer Theorie wie die der Koch'schen angepasst werden sollen, wo die Cholera der Wirkung einer einzigen Species zugeschrieben wird, aber ganz erklärbar einer solchen gegenüber, welche, während sie bestreitet, dass die primäre Ursache der Cholera durch irgend eine Art bis jetzt entdeckter, intestinaler Schizomyceten dargestellt werde, bestätigt, dass diejenigen, deren Entwickelung durch das Vorhandensein der durch den Choleraprocess gesetzten Bedingungen begünstigt ist, einen wichtigen Einfluss auf den Ausgang des individuellen Krankheitsfalles zu haben vermögen.

Calcutta, den 16. Januar 1891.

D. D. Cunningham.

Ueber die desinficirende Wirkung der Kresole und die Herstellung neutraler wässriger Kresollösungen.

Von

Dr. **Hans Hammer**

Assistenten am Institute.

(Aus dem hygienischen Institute der deutschen Universität in Prag.)

II. Mittheilung.

Um die Kresole, deren hohen Desinfectionswerth C. Fränkel[1]) zuerst erkannt und erwiesen hat, wasserlöslich und dadurch erst für die Desinfectionspraxis brauchbar zu machen, bestanden bisher, wie ich in der I. Mittheilung über diesen Gegenstand (Archiv für Hygiene. Bd. XII. 1891) zeigen konnte, hauptsächlich zwei Methoden, die Methode von Laplace[2]) und Fränkel[3]), durch Zusatz von concentrirter Schwefelsäure zu den Kresolen dieselben in Lösung zu bringen, und andererseits die Methode durch Zusatz von Seifen Lösungen dieser Körper herzustellen.

Zu den letzteren gehört das Pearson'sche Creolin (Jeyes), das Lysol, Kresolin, Little's Soluble Phenyle, Schenkel's Sapocarbol, die Seifenlösung der rohen Carbolsäure nach Nocht[4]) u. A. m. Das Artmann'sche Creolin kann wohl nicht gut hieher gezählt werden, da dasselbe als wirksames Princip nicht die Kresole, sondern neben Kohlenwasserstoffen nur Phenol und dessen Sulfosäuren enthält.

Die eben angeführten Seifenlösungen lassen sich je nach ihrem Verhalten beim Verdünnen mit Wasser in zwei Gruppen scheiden, von denen die einen (Creolin, Kresolin, Little's Soluble

1) Zeitschrift für Hygiene. Bd. 6. 1889. S. 521

2) Deutsche med. Wochenschrift. 1888. No. 7.

3) A. a. O.

4) Zeitschrift für Hygiene. Bd. 7. 1889.

Phenyle) beim Verdünnen Emulsionen bilden, während bei den anderen, unter denen das Lysol als Hauptrepräsentant angeführt werden kann, die Löslichkeit durch Wasserzusatz keine Einbusse erleidet. Für dieses Verhalten wurde in der verschiedensten Weise eine Erklärung versucht.

R. Otto und H. Beckurts [1]) glauben in der Harzseife des Creolins dasjenige Moment gefunden zu haben, welches es bewirke, dass das Creolin beim Verdünnen mit Wasser eine Emulsion giebt, während Engler [2]) die beiden Gruppen von Körpern in der Art unterscheiden will, dass er annimmt, dass es sich einmal um Lösung der Seifen in den Theerölen (Creolin) und andererseits um Lösungen der Theeröle in den Seifen (Lysol) handeln solle, wobei die ersteren die Theeröle beim Verdünnen mit Wasser in Form feinster Tröpfchen, welche die entstehende Emulsion veranlassen, wieder ausscheiden, während die Theeröle, welche in Seifen gelöst sind, auch beim Verdünnen mit Wasser nicht mehr abgeschieden werden sollten.

Hueppe [3]) sieht das Entscheidende dafür, ob bei der Verdünnung Emulsion oder Lösung eintritt, in der Verschiedenartigkeit der Theeröle selbst, indem er sich überzeugen konnte, dass die Kohlenwasserstoffe überhaupt unverhältnissmässig viel schlechter in Seifen löslich sind als die Kresole, so dass bei gleichem Seifengehalte die an Kohlenwasserstoffen reichen Theeröle beim Verdünnen nur Emulsionen, die an Kohlenwasserstoffen armen aber Lösungen geben, weil die Kohlenwasserstoffe der ersteren sich beim Verdünnen in Form feinster Tröpfchen ausscheiden und die Emulsion bewirken.

Beim Vergleiche der chemischen Analysen des Pearson'schen Creolins (R. Otto und H. Beckurts [4]) und des Lysols (Engler [5]), welche ich der Vollständigkeit halber hier wiedergeben will:

1) Pharmaceutische Centralhalle. 1889. Neue Folge. X. Jahrgang. No. 15. S. 227.

2) Ebend. 1890. No. 31.

3) Berliner klin. Wochenschrift. 1891. No. 45.

4) Pharmaceutisches Centralblatt. 1889. Neue Folge. X. Jahrgang. No. 15. S. 227.

5) Ebend. 1890. No. 31.

100 Theile Creolin enthalten nach R. Otto und H. Beckurts:

Kohlenwasserstoffe	59,6
Phenole	10,4
Pyridinbasen	0,8
Abietinssäure	2,8
Wasser	3,4

Dagegen Lysolum purum nach Engler:

Asche	6,52
Auf K HO berechnet	5,30
Oeliges Rohdestillat	51,0
Phenole (Kresole)	47,4
Neutrale Kohlenwasserstoffe	3,6

fiel mir in der That auf, dass sich diese beiden Körper durch ihren verschiedenen Gehalt an neutralen Kohlenwasserstoffen wesentlich unterscheiden. Ich ging nun daran, die Sache experimentell zu prüfen und habe die betreffenden Versuche so angestellt, dass ich sowohl reines Kresol, wie neutrale Kohlenwasserstoffe aus der aromatischen Reihe (Xylol) und Kohlenwasserstoffe aus der Fettreihe (Petroleum) zunächst mit gleichen Theilen flüssiger Glycerinseife zusammengebracht habe. Dabei bekam ich bei Kresol eine klare Lösung, welche ich beliebig verdünnen konnte, ohne dass die Kresole sich wieder ausgeschieden hätten. Mit Xylol bekam ich bei dem oben erwähnten Seifenzusatz eine trübe Mischung, welche beim Verdünnen mit Wasser eine Emulsion gab. Dasselbe erzielte ich bei den Versuchen mit Petroleum, nur dass beim Stehen der letzteren Mischung sich Seife und Petroleum wieder vollständig absetzten, indem die Seife zu Boden sank, während das Petroleum darüber geschichtet erschien, was bei den Seifenmischungen mit Xylol nicht der Fall war. Die Emulsion entstand in beiden Fällen anscheinend dadurch, dass die Kohlenwasserstoffe beim Verdünnen mit Wasser sich in Form feinster Tröpfchen wieder abschieden, welche in der Flüssigkeit suspendirt die Emulsion erzeugten. Die Emulsion blieb als solche selbst bei tagelangem Stehen unverändert. Es setzten sich die suspendirten Oeltröpfchen nicht

als Bodensatz ab, wie es geschieht, wenn man Kresol, Xylol oder Petroleum mit Wasser ausschüttelt und einige Zeit stehen lässt. Die Ausscheidung im obigen Falle geschieht in Form so feiner Tröpfchen, dass ein zu Boden Sinken derselben in der Seifenlösung nicht statthat. Wollte ich Xylol oder Petroleum mit Seife in Lösung bekommen, so war eine beträchtlich grössere, etwa die sechsfache Menge der Seife nothwendig. Dann bekam man auch hier Lösungen, die sich beliebig verdünnen liessen, ohne Xylol oder Petroleum abzuscheiden.

Nun enthält das Lysol aber gleichfalls, wenn auch verhältnissmässig geringe Mengen von neutralen Kohlenwasserstoffen und ich musste daher das Verhalten dieser Kohlenwasserstoffe zur Seife bei Gegenwart von Phenolen (Kresolen) prüfen.

Dabei zeigte es sich, dass man bei Anwesenheit von Phenolen ziemlich beträchtliche Mengen von anderen Kohlenwasserstoffen zusetzen kann, um bei demselben Seifengehalt noch Lösungen zu bekommen. So bekam ich noch Lösungen, wenn ich 2 g Kresol, 1 g Petroleum, 3 g Glycerinseife, oder 2 g Kresol, 2 g Petroleum und 4 g Seife zusammenbrachte. Aehnlich war auch das Resultat, wenn ich statt Petroleum Xylol nahm.

Nach diesen Versuchen glaube ich die Ansicht von Hueppe [1]) bestätigen zu können, dass der einzige Grund, warum bei gleichem Seifengehalt Seifenlösungen der Phenole oder Kresole, wie wir sie im Creolin und Lysol vor uns haben, das eine Mal beim Verdünnen eine Emulsion geben, das andere Mal klar bleiben, in der Anwesenheit von mehr oder weniger grossen Mengen von neutralen Kohlenwasserstoffen zu suchen ist, indem die Kohlenwasserstoffe nach den oben angeführten Versuchen sich in Seifen viel schlechter lösen als die Phenole und speciell Kresole und sich daher mit Seifen zwar mischen lassen, aber beim Verdünnen wieder ausfallen, während die Phenole und Kresole, selbst bei Gegenwart von geringen Mengen von neutralen Kohlenwasserstoffen und gleichem Seifenzusatz Lösungen geben, die beim Verdünnen klar bleiben, also die Kresole nicht mehr abscheiden.

1) A. a. O.

Damit stimmen die von Engler[1]) gemachten experimentellen Erfahrungen vollständig überein, wenn er mit phenolreichen Theerölen (rohe Carbolsäure) durch Seifenzusatz Lösungen erhält, die sich ohne Ausscheidung verdünnen lassen, während sein III. phenolarmes (13 %) Präparat beim Verdünnen eine Trübung, d. h. Emulsion gab. Engler gibt allerdings an, dass die entstehende Trübung auf asphaltartige Beimischungen zu beziehen wäre, ohne es begründen zu können. Die Ansicht Engler's, dass man nach dem Damann'schen Verfahren neutrale Kohlenwasserstoffe ohne weiteres in wässerige Lösung überführen kann, ist nach dem oben Gesagten in der allgemeinen Fassung gewiss unrichtig.

Durch Zusatz von Seife zu einer Creolinemulsion musste ich, wenn das oben Angeführte richtig ist, eine Lösung bekommen, was auch der Fall war, ein Umstand, auf den die Creolinfabrikanten in ihrer neuesten Brochure ebenfalls aufmerksam machen, und zwar war es ganz gleichgültig, ob ich Glycerinseife, Kali- oder Natronseife zusetzte. Es kann demnach die Harzseife als solche nicht das Bestimmende für das Entstehen der Emulsion sein, wie Otto und Beckurts[2]) glaubten. Umgekehrt konnte ich durch Zusatz von Xylol zu einer klaren Lösung von Lysol eine der Creolinemulsion ganz ähnliche Emulsion erhalten. Die zugesetzten neutralen Kohlenwasserstoffe, in diesem Falle das Xylol, waren mit der im Lysol vorhandenen Seifenmenge noch nicht in Lösung überführt worden. Durch Seifenzusatz konnte ich auch eine solche Emulsion wieder vollständig zur klaren durchsichtigen Lösung machen, die ich ohne Schaden verdünnen konnte.

Die Lösung der Kresole durch Zusatz von Schwefelsäure konnte wegen der ätzenden und direct zerstörenden Wirkung der Schwefelsäure für die chirurgische Praxis überhaupt keine Anwendung finden. Aber auch den Seifenlösungen haften eine Reihe von Nachtheilen an, die ihrer Verwendung für chirurgische Zwecke gegenüber den bisher üblichen wässrigen Carbolsäure- und Sublimatlösungen im Wege standen. Ganz

1) A. a. O.

2) A. a. O. S. 3—4.

abgesehen von dem Umstande, dass einzelne dieser Körper, wie erwähnt, beim Verdünnen undurchsichtige Emulsionen geben, welche als solche für die chirurgische Verwendung weniger beliebt sind, werden diese Seifenlösungen für einige chirurgische Manipulationen, so für das Einlegen von Instrumenten, oder das Bespülen der Hände des Chirurgen ungeeignet, weil hiebei das Schlüpfrige und Schmierige der Seifenlösungen überhaupt sich geltend macht. Dabei soll der Vortheil des Seifenzusatzes für die gröbere Desinfection, sowie für die mechanische Reinigung des Operationsfeldes keineswegs unterschätzt werden, da wir ja als allgemeines Postulat jeder Desinfection die mechanische Reinigung des betreffenden Objects unter allen Umständen vorausschicken müssen. In derselben Arbeit wurde auf den grossen Fortschritt hingewiesen, der für die Verwerthung der für die Desinfektion zweifellos werthvollen Kresole zu chirugischen Zwecken durch die Herstellung des Solveols angebahnt wurde. Das Solveol stellt eine neutrale wässrige Lösung der Kresole in den Salzen der Orthooxycarbon- oder Orthooxysulfonsäuren, oder jener der entsprechenden Naphtalinabkömmlinge dar, und zwar wird derzeit die Lösung der Kresole in kresotinsaurem Natrium aus technischen und ökonomischen Gründen bevorzugt. Dadurch bekommt man neutrale wässrige Kresollösungen, welche sich beliebig verdünnen lassen, ohne wieder die Kresole abzuscheiden, und ohne dass man die, wie oben ausgeführt wurde, für gewisse Zwecke lästigen Seifen mit in Lösung hat. Ferner hat sich bei denselben Versuchen herausgestellt, dass man durch Auflösung der Kresole in den Salzen der Kresole selbst — z. B. einfach durch Zusatz von abgemessenen Mengen von Alkali hergestellt — klare Kresollösungen erhalten kann, welche für grobe Desinfectionszwecke wegen ihrer ausserordentlich billigen Herstellung in Betracht gezogen werden könnten. Diese alkalischen Mittel sind unter dem Namen Solutol im Handel.

Die bacteriologische Prüfung musste, wie von vornherein zu erwarten war, sehr zu Gunsten dieser Mittel ausfallen, da ja schon von anderer Seite (Fränkel, Ohlhausen, Jäger) auf das Ueberlegensein der Kresole den Phenolen gegenüber hingewiesen

wurde. Und die Kresole sind in diesen Mitteln als solche, ohne dass sie irgend welche Veränderungen erlitten hätten oder in andere Verbindungen übergeführt worden wären, in Lösung gebracht, wobei die desinficirende Wirkung dieser Mittel durch das Lösungsmittel selbst noch erhöht wird, denen ein, wenn auch geringer Grad von Desinfectionskraft zukommt. Von den Kresollungen erwies sich das Gemisch aus Meta-, Ortho-, Para-Kresol als das wirksamste, während für die einfachen Lösungen, übereinstimmend mit den Untersuchungen von Fränkel[1]) und Henle[2]), die Reihenfolge Meta-, Para-, Ortho-Kresol ermittelt werden konnte. Im Allgemeinen genügt die Concentration der Lösungen von 0,5 %, um die vegetativen Formen der geprüften Batcerienarten zu vernichten und eine Concentration von 0,3 %, um das Wachsthum der meisten Arten aufzuheben.

Von besonderem Interesse musste eine Vergleichung der Desinfectionswirkung des Solveols und Solutols mit der Wirkung einer Reihe neuerer Desinfectionsmittel, so besonders des Creolins und Lysols sein, bei denen das wirksame Princip gleichfalls die Kresole sind, wenn auch die Methode der Darstellung und Löslichkeit der Kresole eine verschiedene ist.

Eigentlich war zu erwarten, dass die Wirkung dieser Mittel, soweit sie im Laboratoriumsexperiment ermittelt werden kann, dieselbe Menge Kresol in Lösung vorausgesetzt, eine gleiche ist, wenn nicht die mehr weniger vollständige Auflösung der Kresole sowie die Art ihrer Lösung selbst hier eine Rolle spielt.

Die Angaben in der Literatur waren aber, selbst für ein und dasselbe Mittel, so auseinander gehende, die Methoden der Prüfung so verschiedene, dass die Resultate derselben nicht ohne weiteres zum Vergleiche herangezogen werden konnten. Es war vielmehr rathsam, die Resultate, welche mit diesen Mitteln nach derselben Methode und unter denselben Bedingungen gewonnen wurden, einer Vergleichung zu unterziehen. Die Untersuchungen hierüber waren ziemlich ausgedehnte und zeitraubende, dass sie erst nach der ersten Mittheilung über diesen Gegenstand fertig

1) A. a. O.

2) Archiv für Hygiene. 1889. S. 188.

gestellt werden konnten, so dass ich sie einer späteren Publikation vorbehalten musste.

Bekanntlich wird der Desinfectionswerth eines Mittels nach den Untersuchungen von Koch [1]) im Laboratoriumsexperiment sowohl in Culturversuchen, als auch im Thierexperimente geprüft.

Zu Culturversuchen kommt sporenfreies und sporenhaltiges Material zur Anwendung. Von sporenfreiem Material verwendet man zweckmässig Bacterienarten, bei denen Sporen bis jetzt nicht nachgewiesen sind, und lässt dieselben in abgemessenen Mengen von Bouillon kräftig anwachsen, wobei man gut thut, Bacterien zu wählen, deren Wachsthum in Bouillon so charakteristisch ist, dass man aus dem blossen Ansehen sagen kann, ob Wachsthum des verimpften Mikroorganismus eingetreten ist, oder nicht. Man erspart sich dabei das äusserst zeitraubende, jedesmalige Mikroskopiren der Culturen, wenngleich auch zeitweise und besonders in zweifelhaften Fällen das Mikroskopiren der Culturen, sowie das Weiterimpfen auf andere Nährböden, auf denen das Wachsthum der betreffenden Cultur noch charakteristischer, oder gar specifisch eigenartig ist, unerlässlich erscheint. Zu meinen Versuchen verwendete ich hauptsächlich: Grünen Eiter, Staphylococcus pyog. aureus, Prodigiosus, Typhus, Cholera, Tetragenus, deren Wachsthum in Bouillon sehr charakteristisch und auf den ersten Blick zu erkennen ist. Eine Mischung älterer und jüngerer Culturen, wie sie Schottelius [2]) anräth, halte ich deswegen für überflüssig, weil in jeder Bouilloncultur, natürlich wenn man es nicht zur vollständigen Erschöpfung des Nährbodens hat kommen lassen, ältere Entwickelungsstadien der betreffenden Bacterienart neben jüngeren vorhanden sind, sobald man das Wachsthum der Cultur durch einige Zeit abwartet.

Diese Bouillonculturen wurden unmittelbar vor der Mischung mit dem Desinfectionsmittel ordentlich durchgeschüttelt, hierauf mit derselben Menge einer Lösung des Desinfectionsmittels von doppelter Concentration, als ich zu prüfen beabsichtigt hatte,

1) Ueber Desinfection. Arb. d. K. Gesundheitsamtes 1881.

2) Münchner med. Wochenschrift. 1890. No. 19 u. 20.

vermischt, abermals geschüttelt und nach bestimmten Zeitabschnitten auf frische Bouillon überimpft, wozu ich für die verschiedenen Impfungen so ziemlich gleich grosse Platinöfen verwendete. Vor der Mischung mit dem Desinfectionsmittel hatte ich jedesmal von der zu verwendenden Bouilloncultur eine Controlimpfung angelegt, um mich von der Lebensfähigkeit der Cultur auf diese Weise zu überzeugen und um zugleich ein Vergleichsobject für die spätere Beurtheilung des Wachsthums der Culturen zu haben, an dem selbst die blosse Entwicklungshemmung bequem ersehen werden konnte. Noch exacter ist es, wenn man die Controlcultur in der Weise anlegt, dass man eine Oese der Ausgangscultur und eine Oese des Desinfectionsmittels mit überimpft. Dadurch wird der Fehler, der etwa dadurch entstehen kann, dass man geringe Mengen des Desinfectionsmittels mit überträgt, was immer der Fall sein muss, wenn man nicht vorher nach den Angaben von Geppert das Desinfectionsmittel, soweit es möglich ist, ausfällt, paralysirt. Das Wachsthum wurde nun bei dem Temperaturoptimum der betreffenden Bacterienart, was für die meisten Arten die Temperatur des Brutkastens (37—38 ° C) sein dürfte, abgewartet, und zwar durch mehrere, 3—8 Tage, da ich mich bei meinen Versuchen überzeugen konnte, dass die entwickelungshemmende Wirkung der Mittel so bedeutend sein kann, dass das Auswachsen erst am 3. bis 4. oder 5. Tage eintritt. Allerdings müssen die Culturen täglich besichtigt, und die Resultate notirt werden, wenn einem der oben genannte Umstand nicht entgehen soll. Weiter konnte ich mich bei meinen Versuchen überzeugen, dass man bei Ueberimpfungen auf Bouillon am längsten Auswachsen der Mikroorganismen erhält, während das Wachsthum bei Ueberimpfung auf Gelatine sehr bald (freilich findet hier das Wachsthum nur bei gewöhnlicher Temperatur statt) und bei Ueberimpfung auf Agar auch viel früher ausbleibt, als in Bouillon. Allerdings lässt sich hiebei wieder streiten, welches Verhalten für die Wirklichkeit das entscheidende ist, ob die Bacterien, wenn sie auf Gelatine oder Agar nicht mehr auswachsen, während sie es in Bouillon noch thun, wirklich so alterirt sind,

dass sie auch dem Thierkörper nichts mehr anhaben können. Auf diese Frage will ich später nochmals zurückkommen. Stellt man als Endziel einer vollendeten Desinfection die vollständige Vernichtung der Lebensfähigkeit der Bacterien auf, dann erhält man für die Beurtheilung die verlässlichsten Resultate, wenn man von den gewöhnlichen Nährböden Bouillon und nicht Agar oder Gelatine nimmt.

Gruber in Wien hat auf dem internationalen hygienischen Congress in London für die Desinfectionsversuche vorgeschlagen, die fertigen Bouillonculturen vor der Verwendung durch vorher sterilisirte Filter zu filtriren und nun erst mit dem Desinfectionsmittel zu mischen. Dies sollte den Zweck haben, dass die Bacterien dann im Filtrat besser vertheilt sind und von dem Desinfectionsmittel besser angegriffen werden sollten, ferner dass grobe Partikelchen und Fetzen, welche von dem Nährboden herrühren und welche sich in Folge ihrer grösseren Schwere sehr bald zu Boden senken, dabei eine Zahl Bacterien mitreissen, verdecken und der Einwirkung des Desinfectionsmittels entziehen, entfernt werden. Das erstere kann man wohl durch das kräftige Durchschütteln der Culturen vor dem Gebrauche erzielen.

Ferner empfiehlt aber Gruber, von der ersten Verimpfung sofort eine zweite Impfung auf Bouillon vorzunehmen, weil dadurch die mitüberimpfte Menge des Desinfectionsmittels in der zweiten Bouillon noch mehr verdünnt würde, und das Auswachsen noch eintreten solle, wenn solches in den ersten Verimpfungen bereits ausblieb.

Bei meinen Versuchen habe ich nach dieser Methode niemals Wachsthum erhalten können, wo nicht schon bei der ersten Vorimpfung welches eingetreten wäre, dagegen habe ich aber bei der Gruber'schen Methode in den Untersuchungsreihen Lücken bekommen, was bei der einfachen ersten Verimpfung nie der Fall war. Nimmt man die Oese nicht zu übermässig gross und die Menge der Bouillon, in die abgeimpft werden soll, nicht zu klein, also mindestens 5 ccm, so, glaube ich, wird der Fehler, der durch Mitüberimpfen von Desinfectionsmittel entsteht, sehr klein und zu vernachlässigen sein, besonders

wenn man die Controlimpfung in der gleichen Weise angelegt hat und diese der Vergleichung und Beurtheilung zu Grunde legt.

So einheitlich und geschlossen die Versuchsresultate waren, die ich an sporenfreiem Material mit Bouillonculturen in der oben beschriebenen Weise erhalten konnte, so lückenhaft und unregelmässig fielen die Sporenversuche aus, und ist die Hauptschwierigkeit in der Versuchsanordnung und der grossen Fehlerquelle derselben zu suchen.

Als Sporenmaterial wurden conform allen in der Literatur verzeichneten Untersuchungen, Milzbrandsporen ein und derselben Herkunft, deren Widerstandsfähigkeit gegen 5 % Carbolsäure vorher festgestellt worden ist, verwendet. Die Sporen waren äusserst widerstandsfähig, indem sie von 5 % Carbolsäure nach 45 und selbst 62 Tagen nicht abgetödtet worden sind. Dieselben wurden an Seidenfäden angetrocknet und so in Gebrauch genommen. Hiebei stellten sich aber schon Differenzen heraus, je nach der Dicke des Fadens; noch grösser wurden dieselben, wenn man statt Seidenfäden Baumwollfäden verwendet hatte. Ebenso spielt die Art des Auswaschens eine grosse Rolle, ob dasselbe mit kaltem oder warmem Wasser geschah, unter allen Umständen war dasselbe sehr schwierig, was man am besten bei den Versuchen mit Creolin sehen konnte, da durch die immer wieder entstehende Emulsion am besten erkannt werden konnte, wann das Auswaschen beendet war. Meist waren zwei und drei Gläschen nothwendig, bis das Waschwasser nicht mehr emulsionsartig getrübt erschien. Ebenso konnte man bei den Versuchen mit der stark riechenden Carbolsäure noch im 4. — 5. Waschwasser den Carbolgeruch entdecken. Aber auch bei Verwendung von Sporen in Emulsion, sei es in physiologischer Kochsalzlösung oder Bouillon, waren die Versuche keine einheitlichen, manchmal trat später noch Wachsthum ein, wo es früher schon ausgeblieben war. Auch der Nährboden, auf dendie Ueberimpfung geschah, war von entschiedenem Einfluss, und auch hier war das Wachsthum in Bouillon am längsten zu erzielen.

Ich habe mich absichtlich bei der von mir eingeschlagenen Methodik länger aufgehalten, weil ich glaube, dass eine ein-

heitliche Beurtheilung nur unter Voraussetzung derselben Versuchsanordnung möglich ist, und weil die mir bei meinen Untersuchungen aufgestossenen Bedenken nicht ganz ohne Interesse sein dürften. Ferner glaube ich auch, dass mit jedem Desinfectionsversuch parallel Versuche mit Carbolsäure (oder vielleicht irgend einem andern allgemein bekannten Desinfectionsmittel), und zwar bei sporenhaltigem Material sowohl, wie es Fränkel[1]) schon gefordert hatte, als auch mit sporenfreiem Material gemacht werden müssen, damit man doch einen Ausgangspunkt oder sagen wir Nullpunkt habe, auf den man die einzelnen Ergebnisse reduciren und so miteinander vergleichen kann.

Zur Vergleichung wurden neben dem Solveol und Solutol herangezogen das Pearson'sche Creolin, das Creolin von Artmann, Lysol, das Schwefelsäure-Kresol nach Fränkel (unter Kühlung bereitet), die Carbolsäure, Orthophenolsulfosäure, Paraphenolsulfosäure, Parakresolsulfosäure.

Die Resultate, die ich in Bouillonculturen an sporenfreiem Material mit 0,3% und 0,5% Lösungen erhalten habe, sind aus nachstehenden Tabellen I. und II. ersichtlich.

Tabelle I.
Bouillonculturen.
0,3% Lösungen von

	Grüner Eiter					Staphylococus pyog. aur.				
	5'	10'	15'	30'	60'	5'	10'	15'	30'	60'
Solveol (Ortho-, Para-, Meta-Kresol in kresotinsaurem Na)	†††	0	0	0	0	††	††	††	0	0
Lysol	†††	†††	†††	†††	†††	††	††	††	††	††
Creolin Pearson	†††	†††	†††	†††	†††	††	††	††	††	††
Creolin Artmann	†††	†††	†††	†††	†††	††	††	††	††	††
Orthophenolsulfosäure	†††	†††	†††	†††	†††	††	††	††	††	††
Paraphenolsulfosäure	†††	†††	†††	†††	†††	††	††	††	††	††
Parakresolsulfosäure	†††	†††	†††	†††	†††	††	††	††	††	††
Controlcultur	†††					††				

†, ††, ††† Wachsthum, je nach der Intensität. — 0 Abtödtung.

1) A. a. O.

Tabelle II.
Bouillonculturen.
0,5 % Lösungen von

	Grüner Eiter					Staphylococus pyog. anr.				
	5'	10'	15'	30'	60'	5'	10'	15'	30'	60'
Solveol (Ortho-, Para-, Meta-Kresol in kresotins. Natron	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lysol	†††	0	0	0	0	††	††	††	††	††
Creolin Pearson	†††	†††	†††	†††	†††	††	††	††	††	††
Creolin Artmann	†††	†††	†††	†††	†††	††	††	††	††	††
Orthophenolsulfosäure	†††	†††	†††	0	0	††	††	††	††	††
Paraphenolsulfosäure	†††	†††	†††	†††	†††	††	††	††	††	††
Parakresolsulfosäure	†††	†††	†††	†††	†††	††	††	††	††	††
Fränkel H_2SO_4 Kresol, kalt bereitet	†	0	0	0	0	††	†	0	0	0
Carbolsäure 2,5 % Lösung	††	0	0	0	0	††	††	†	0	0
Sublimat 0,5 ‰	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Die Ergebnisse der Versuche mit Milzbrandsporen, die an Fäden angetrocknet waren, zeigen die Tabellen III. IV. V. VI.

Tabelle III.
Wachsthum in Bouillon.
Milzbrandsporen an Baumwollfäden angetrocknet, eingelegt in 5 % Lösungen von

Dauer der Einwirkung	1 Tg.	8 Tg.	12 Tg.	16 Tg.	20 Tg.			45 Tg.
Solveol	†	†	0	0	0			
Carbolsäure	†	†	†	†	†			†
Orthophenolsulfosäure	†	0	0	0	0			
Lysol	†	†	†	†	0			
Creolin Pearson	†	†	†	0	0			
Creolin Artmann	†	†	†	†	†			
Kresol † H_2SO_4 Fränkel kalt 4 %	0	0	0	0	0			

Tabelle IV.

Wachsthum auf Agar.

Milzbrandsporen an Baumwollfäden angetrocknet, eingelegt in 5 % Lösungen von

Dauer der Einwirkung	1 Std.	3 Std.	1 Tg	2 Tg	3 Tg.	4 Tg	5 Tg.	8 Tg.
Solveol	†	†	†	†	†	†	†	0
Carbolsäure	†	†	†	†	†	†	†	†
Orthophenolsulfosäure	†	†	†	†	†	†	†	0
Lysol	†	†	†	†	†	†	†	0
Creolin Pearson	†	†	†	†	†	†	†	0
Creolin Artmann	†	†	†	†	†	†	†	†
Kresol † H_2SO_4 Fränkel kalt 4 %	†	†	0					

Tabelle V.

Wachsthum auf Gelatine.

Milzbrandsporen an Baumwollfäden angetrocknet, eingelegt in 5 % Lösungen von

Dauer der Einwirkung	1 Std.	3 Std.	1 Tg.	2 Tg.	3 Tg.	4 Tg	5 Tg.
Solveol	†	†	0	0	0	0	0
Carbolsäure	†	†	†	†	†	†	0
Orthophenolsulfosäure	†	†	0	0	0	0	0
Creolin Pearson	†	†	†	0	0	0	0
Creolin Artmann	†	†	†	0	0	0	0
Kresol † H_2SO_4 Fränkel kalt 4 %	†	†	0	0	0	0	0

Tabelle VI.

Wachsthum in Bouillon.

Milzbrandsporen an Seidenfäden.
(Resultate aus der I. Arbeit).

Dauer der Einwirkung	1 Tg.	2 Tg	3 Tg.	4 Tg.
Solutol 10 %	†	†	†	0
Solutol 20 %	†	0		

Hieraus wird der grosse Unterschied, der sich ergibt, je nach dem Nährboden, auf den die Ueberimpfung geschah, sofort ersichtlich.

Abgesehen von diesem Verhalten musste aber die relativ geringe desinficirende Wirkung des Lysols und Creolins gegenüber dem Solveol und Solutol auffallen, nachdem man es eigentlich doch mit Mitteln zu thun hatte, denen das gleiche wirksame Prinzip, die Kresole, zu Grunde lag.

Dieser Unterschied findet aber ganz leicht seine Erklärung darin, dass die Zusammensetzung dieser Mittel eine verschiedene, und speciell der Kresolgehalt derselben ein verschiedener ist.

Die angewandten Solveol- und Solutollösungen enthielten wirklich so viel Kresol gelöst, als der Procentgehalt der Lösung, also 0,3 oder 0,5 oder 5 Procent ausdrückt, während die gleichprocentigen Lösungen des Lysols und Creolins in Bezug auf ihren Kresolgehalt minderwerthiger sind. So enthält das Lysol nach der chemischen Analyse, die an anderer Stelle angeführt wurde, rund 50% wirkliches Kresol, daher sind die verwendeten Lösungen in Bezug auf ihren Kresolgehalt nur halbwerthig, das Creolin enthält gar nur 10% Kresole und daher die verwendeten Lösungen nur den 10. Theil der bezeichneten procentuarischen Menge wirkliches Kresol. Dass die Resultate sofort andere und denen mit Solveol und Solutol gewonnenen viel ähnlicher werden, wenn man diesen Umstand in Rechnung zieht, zeigen nachstehende Versuche:

Tabelle VII.
Boullonculturen.

	Grüner Eiter					Staphylococcus pyog. aur.				
	5'	10'	15'	30'	60'	5'	10'	15'	30'	60'
Lysol 0,6% Lösung = 0,3% Kresol	††	0	0	0	0	††	††	††	0	0
Lysol 1% Lösung = 0,5% Kresol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Creolin Pearson 5% Lösung = 0,5% Kresol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Solveol = 0,3% Kresol	†††	0	0	0	0	††	††	††	0	0
Solveol = 0,5% Kresol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Derselbe Umstand muss aber auch Berücksichtigung finden, wenn man die toxische Wirkung dieser drei Körper mit einander vergleichen will. Thut man das, so verschwinden auch die in der Literatur niedergelegten Unterschiede in Bezug auf die Giftigkeit dieser Körper.

Ich hatte nach meinen Versuchen [1]) an Meerschweinchen finden können, dass 0,6 g Kresole auf 1 kg Thier in Lösung genügt, den Exitus herbeizuführen. Allerdings habe ich schon damals hervorgehoben, dass das angeführte Verhältniss nur für Meerschweinchen Gültigkeit habe, dass z. B. bei Kaninchen selbst viel grössere Dosen noch keine tödtliche Wirkung zeigten, und ich konnte mich bei neuerlichen Versuchen davon überzeugen, dass selbst für verschiedene Species von Meerschweinchen andere Zahlen gelten, indem z. B. Angora-Meerschweinchen (Meerschweinchen mit zottigem Fell) anders reagirten, als glatthaarige Meerschweinchen. Ebenso ist es einleuchtend, dass man sich nach diesen Versuchen einen directen Schluss auf die giftige Wirkung der Mittel beim Menschen nicht erlauben darf.

Reducirte ich die angewandte Menge des Lysols und Creolins auf dieselbe Menge Kresol, die ich beim Solveol benützt hatte, so fielen auch die toxischen Versuche mit diesen Mitteln ziemlich gleichartig aus, wie aus folgenden Versuchen ersehen werden kann:

1. Ein Meerschweinchen (Angora), 670 g schwer, bekam 4 ccm einer 10% Solveollösung subcutan injicirt, was, auf 1 kg Thier berechnet, ungefähr 0,6 g oder genauer 0,596 g Kresol entspricht. Der Tod erfolgte ca. 6 Stunden nach der Injection. Demselben gingen heftige klonische Krämpfe voraus. (Wie bereits an anderer Stelle erwähnt wurde, scheinen die Angora-Meerschweinchen im allgemeinen empfindlicher zu sein, als die glatthaarigen.)

2. Meerschweinchen, glatthaarig, 480 g schwer, bekam subcutan 3 ccm einer 10% Solveollösung, d. h. 0,625 g pro 1 kg Thier. Tod nach kurzer Zeit.

---

1) I. Mittheilung Archiv für Hygiene. Bd. 12. 1891.

3. Meerschweinchen (Angora), 630 g schwer, bekam 75 ccm einer 10% Lysollösung, was infolge des Umstandes, dass das reine Lysol nur 50% Kresole enthält, einer Menge von 0,79 g Kresol auf 1 kg Thier entsprechen würde. Das Thier bleibt am Leben.

4. Meerschweinchen, glatthaarig, 600 g schwer, bekommt 7,5 ccm einer 10% Lysollösung subcutan, was einer Kresolmenge von 0,625 g pro 1 kg Thier entspricht. Nach 5 Minuten allgemeine Zuckungen, Tod nach einigen Stunden.

Man sieht also, dass das Lysol, wenn man nur die in Lösung befindliche Kresolmenge, welcher allein der desinficirende Werth des Lysols zuzuschreiben ist, berücksichtigt, ebenso giftig ist, wie das Solveol. Ein andersartiges Verhalten wäre ja eigentlich ganz unverständlich.

5. Meerschweinchen, glatthaarig, 350 g schwer, bekam 2,1 ccm unverdünntes Creolin in die Bauchwand injicirt. Da das Creolin nach der angeführten Analyse eigentlich nur 10% Kresol enthält, so entsprach die einverleibte Menge, auf 1 kg Thier berechnet, 0,6 g Kresol. Der Tod erfolgte 4 Stunden nach der Injection ebenfalls unter klonischen Krämpfen. Bei der Section zeigte sich, dass die Hauptmasse des injicirten Creolins noch nicht resorbirt war. Ueberall war intensiver Creolingeruch nachweisbar. In der Bauchhöhle war etwas trübe Flüssigkeit angesammelt. Darm und Leber erschienen stärker injicirt. Die Nieren waren aber blass, in ihrem Gewebe etwas gelockert.

Bei dem grossen Gehalte des Creolins an neutralen Kohlenwasserstoffen war die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass der Tod des Thieres durch Resorption dieser Stoffe erfolgt sei. Zu dem Zwecke wurde folgender Versuch gemacht.

6. Meerschweinchen (Angora) 430 g schwer, bekam subcutan 0,26 ccm unverdünntes Xylolum purum, d. h. ca. 0,65 g pro 1 Kg Thier, ohne dass irgend welche Vergiftungserscheinungen aufgetreten wären. Die Injection war stark schmerzhaft, denn das Thier wimmerte und war nach der Injection sehr unruhig.

7. Zur Ergänzung wurde noch der Versuch in der Weise

abgeändert, dass eine schwächere Creolinemulsion (10 % = 1 % Kreosollösung) durch Zusatz von Glycerinseife in der bereits oben genannten Weise in Lösung gebracht, und nun erst die entsprechenden Mengen injicirt wurden.

Hievon bekam ein Meerschweinchen (Angora), 430 g schwer, 26 ccm subcutan injicirt, was ungefähr der Menge von 0,6 g Kresol pro 1 kg Thier gleich kommt.

Der Tod erfolgte nach 6 Stunden.

Wurde die Ueberführung von der Creolinemulsion in eine Lösung durch Seifenzusatz unterlassen, so wurden die Thiere nach der Injection der entsprechenden Menge zwar durchaus schwer krank, ohne aber zu Grunde zu gehen, anscheinend deshalb, weil das Kresol aus der Emulsion schwer resorbirt wurde und mittlerweile Zeit hatte, aus dem Körper wieder ausgeschieden zu werden.

Also auch das Creolin hat, auf den jeweiligen Kresolgehalt, der für die Desinfection das Entscheidende ist, reducirt, dieselbe Giftigkeit, wie andere gleich hoch gestellte Kresollösungen, wobei die Form der Emulsion der Resorption der Kresole allerdings beträchtlich entgegenwirkt.

Zum Schlusse möchte ich noch auf ein allfälliges Verhalten von Milzbrandsporen, welche verhältnissmässig kurze Zeit mit 5 % Solveollösungen in Berührung waren, im Thierkörper hinweisen, insofern als dieselben Mäuse und Kaninchen des Oefteren nicht mehr zu tödten vermochten, während sie auf allen Nährböden noch ausgezeichnet wuchsen. So implantirte ich einem Kaninchen in eine Hauttasche des Ohres einen vorher gut ausgewaschenen Baumwollfaden, an dem Milzbrandsporen angetrocknet waren, und welcher einen Tag in 5% Solveol gelegen hatte, ohne dass die Sporen zu Grunde gegangen wären, während ein Controlfaden auf Agar und Bouillon üppig ausgewachsen war, und ein zweiter ein Kaninchen innerhalb 36 Stunden getödtet hatte. Ebenso blieb auch eine weisse Maus, der ein Faden der gleichen Versuchsreihe an der Schwanzwurzel in eine Hauttasche eingebracht worden war, bis jetzt (drei Monate) noch am Leben.

Ein Kaninchen und eine Maus überlebten die Verimpfung einer Milzbrandsporenemulsion (mikroskopisch sehr zahlreiche Milzbrandsporen nachgewiesen), die mit der gleichen Menge einer 5 % Solveollösung gemischt worden war, während Controlthiere, mit der gleichen Menge der reinen Milzbrandzporenemulsion geimpft, am zweiten Tage an typischem Milzbrand zu Grunde gingen. Die Verimpfung geschah fast unmittelbar nach der Mischung.

In dem letzteren Falle könnte man die in der Oese mitverimpfte Solveollösung anschuldigen, dass sie das Auswachsen der Milzbrandsporen im Thierkörper verhindert haben soll, was in den ersterwähnten Experimenten nicht der Fall sein kann, nachdem die Fäden vorher sehr gut in sterilisirtem Wasser ausgewaschen worden waren.

Danach müsste man annehmen, dass die Milzbrandsporen schon viel früher durch das angewendete Solveol so weit alterirt worden sind, dass der Thierkörper mit ihnen fertig werden kann. Das wäre auch nichts ganz Unverständliches, nachdem wir durch die Forschungen der letzten Jahre (Buchner) die exquisit antibacterielle Wirkung der Körpersäfte kennen gelernt haben. Dann wäre allerdings an die Zulässigkeit als Desinfectionsmittel und den Desinfectionswerth eines Mittels ein ganz anderer Maassstab anzulegen, als bisher, wo für die vollendete Desinfection das vollständige Abtödten, also auch das Ausbleiben des saprophytischen Wachsthums gefordert wird. Die vor angeführten Versuche erscheinen mir allerdings noch viel zu unzulänglich, als dass man sich einen bestimmten Rückschluss erlauben dürfte.

Experimentelle Studien über den Einfluss technisch und hygienisch wichtiger Gase und Dämpfe auf den Organismus.

Theil V. Schwefelwasserstoff.

Von

Prof. Dr. **K. B. Lehmann**
in Würzburg.

Theilweise unter Mitwirkung der Herren Dr. **Nakahama** aus Japan, Dr. **Kwilecki** aus Xions (Posen) und Dr. **Greulich** aus Richelbach (Unterfranken).

(Aus den hygienischen Instituten von München und Würzburg.)

Die vorliegenden Untersuchungen sind eine Fortsetzung der in diesem Archiv Bd. V. S. 1 über Ammoniak und Salzsäuregas und im Bd. VII S. 231 über Chlor und Brom mitgetheilten Arbeiten. Die Thierversuche sind schon im Jahre 1886 und 1887 im Münchner Hygienischen Institute ausgeführt, ich finde aber erst jetzt Zeit, sie ausführlicher zu publiciren. Eine kurze, vorläufige Mittheilung über die Versuche wurde von Herrn Geheimrath v. Pettenkofer am 11. Juni 1887 der bayrischen Academie gemacht.

An den Thierversuchen mit Schwefelwasserstoff hat Herr Dr. Nakahama theil genommen. Herr Kwilecki und Herr Greulich haben unter meiner fortwährenden Mitwirkung Versuche über die Wirkung des Schwefelwasserstoffs an sich und einigen Freunden angestellt und darüber in ihren Inauguraldissertationen[1])

1) Kwilecki A. Studien über die Giftigkeit des vom Menschen inhalirten Schwefelwasserstoffs. Dissertation Würzburg 1890.

Greulich L. Neue Studien über die Giftigkeit des vom Menschen inhalirten Schwefelwasserstoffs. Dissertation Würzburg 1892.

theilweise bereits berichtet. Hier sind ihre Resultate nur im Auszug und kritisch gesichtet mitgetheilt.

I. Einleitung.

Die Gelegenheit für den Menschen, Schwefelwasserstoff einzuathmen, ist eine sehr mannigfache; bei dem charakteristischen unangenehmen Geruche wird derselbe in der Regel erkannt und instinktmässig gemieden, selbst wenn er nur in sehr geringen Mengen vorhanden ist; Schwefelwasserstoffvergiftungen sind deshalb nicht häufig. Bei Eulenberg finden sich die häufigeren Gelegenheiten ausführlich aufgezählt, ich darf hier darauf verweisen, da ich keine weiteren von Belang hinzuzufügen weiss.

Was von der Wirkung reinen Schwefelwasserstoffs auf den Menschen bekannt geworden ist, bezieht sich alles auf acute, sehr selten auf subacute[1]) Vergiftungen mit grossen Dosen, wie sie nur in Folge besonderer Unglücksfälle einzutreten pflegen z. B. beim Betreten von Abortgruben, von Reservoiren von Schwefelquellen, bei unvorsichtigem Manipuliren mit Schwefelwasserstoff im Laboratorium u. dgl. mehr. Auch diese acuten und subacuten Vergiftungen sind oft in drei Richtungen ungenügend beschrieben: Bei dem raschen Verlauf ist die klinische Beobachtung durch Laien allein oft höchst oberflächlich erfolgt, der Schwefelwasserstoff war oft unrein (CO_2, CO, NH_3 waren oft gleichzeitig zugegen oder es bestand ein gleichzeitiger Sauerstoffmangel) und endlich fehlen so gut wie ganz Angaben über quantitative Verhältnisse. Die Mehrzahl der Fälle ist zudem nur in der Tagespresse kurz mitgetheilt.

1) Nur eine Notiz über chronische Schwefelwasserstoffintoxikation habe ich gefunden und zwar bei Sonnenschein, Handbuch der gerichtl. Chemie, 2. Auflage, bearbeitet von Professor Classen S. 295: »Leute, namentlich Chemiker, welche in ihren Laboratorien dieses Gas zu ihren analytischen Arbeiten entwickeln, werden in Folge dessen, namentlich in späteren Jahren, von nervösen Kopfschmerzen befallen und ausserordentlich empfindlich gegen diesen Körper, dem sie sich in früheren Jahren ungestraft aussetzen konnten.« Wir haben ähnliches auch bei unseren Versuchen beobachtet, ebenso findet man die Angabe, dass Vidangeurs, die am »Plomb« erkrankten, für spätere analoge Erkrankungen eine bedeutende Disposition behalten.

Immerhin ist das Bild der acuten und subacuten Schwefelwasserstoffvergiftung am Menschen in seinen klinischen Symptomen befriedigend bekannt. Es erscheint durchaus unerspriesslich eine vollständige Zusammenstellung der bis jetzt am Menschen beobachteten Todes- oder Vergiftungsfälle alle durch Schwefelwasserstoff zu versuchen, dagegen werde ich einige kritische Bemerkungen über Schwefelwasserstoff- und Kloakengasvergiftung u. dgl. am Schlusse der Arbeit anfügen.

2. Die Einwirkung des Schwefelwasserstoffs auf Thiere nach den Angaben der experimentellen Forschung.

Versuche über die physiologische und toxikologische Wirkung des Schwefelwasserstoffgases an Thieren sind schon vielfach und sorgfältig angestellt worden, weit mehr und bessere, als mit der Mehrzahl der übrigen Gase. Nachdem noch kürzlich J. Pohl[1]) in einer kritischen Arbeit unter Berücksichtigung der Litteratur den Versuch gemacht hat, die Symptome der Schwefelwasserstoffvergiftung klar zustellen und zu deuten an der Hand eigener und fremder Versuche, kann ich es mit in dieser vorwiegend practischen Zwecken dienenden Arbeit ersparen die Ansichten der Toxikologen und Physiologen über das Wesen der Schwefelwasserstoffvergiftung eingehend zu besprechen und die von den Autoren gegebene Symptomatologie ausführlich zu erörtern, ich beschränke mich in dem litterarischen Theil vielmehr darauf, die zerstreuten, mehrfach sehr widersprechenden quantitativen Angaben über die Giftigkeit des inhalirten Schwefelwasserstoffs in der Litteratur zu sammeln, soweit sie mir zugänglich sind, ohne hier auf die Symptomatologie näher einzugehen. Nur so viel sei hier gesagt, dass die alte Theorie, wonach die Schwefelwasserstoffvergiftung eine Erstickung sein sollte — verursacht durch Reduction des Sauerstoffhaemoglobins durch den Schwefelwasserstoff — jetzt für die Erklärung der acuten Schwefelwasserstoffvergiftungen verlassen ist, und dass

1) J. Pohl. Ueber die Wirkungsweise des Schwefelwasserstoffs und der Schwefelalkalien. Arch. für exp. Path. u. Pharmak. XXII. S. 1. Siehe daselbst die wichtigste physiologisch-toxikologische Litteratur. Auch in Husemann's Toxikologie und namentlich im Supplement dazu findet sich viel physiologisch-toxikologische Litteratur in Citaten und Auszug.

in diesen Fällen für den Warmblüter eine specifische Einwirkung des im Blute in Schwefelalkali verwandelten Schwefelwasserstoffs auf die nervösen Centralorgane als Todesursache angenommen wird. Daneben scheint in der That bei längeren Vergiftungen das Venöswerden und die Alkaliverarmung des Blutes mitzuwirken. Zu einigen physiologisch-toxikologischen Bemerkungen wird übrigens Abschnitt 5 Anlass bieten.

Die ältesten, mir leider nur durch ein Citat bei Eulenberg (p. 280) bekannten Angaben von Dupuytren und Thénard lauten: Diese Autoren fanden eine Luft tödtlich für Vögel bei 0,66 ‰, für Hunde bei 1,25 ‰, für ein Pferd bei 4 ‰.

Eulenberg[1]) hat nach seiner primitiven Anordnung folgende Versuche an Thieren gemacht. Er leitete in einen mit Glasscheiben versehenen Buchsbaumkasten von 36 Liter Inhalt, ev. auch in eine Tonne, in denen das Thier sass, aus einem Gasometer soviele Cubikcentimeter Gas, als er nöthig hatte, um einen bestimmten Procentgehalt zu erreichen. Dass auf diese Weise nur acute Vergiftungsversuche gemacht werden dürfen, liegt auf der Hand (vergl. meine Kritik Archiv f. Hyg. V. S. 4), es kommt aber noch hinzu, dass gar keine Garantie für eine ordentliche Mischung und die Luftfreiheit des eingepressten Gases besteht. Höchst wahrscheinlich wirkt dieser Umstand dabei mit, Unregelmässigkeiten in den Resultaten der einzelnen Versuche hervorzubringen, die ich in übersichtlicher Form aus dem schwerfällig angeordneten Originalprotokolle ausziehe.

Tabellarische Uebersicht über Eulenberg's Thierversuche.

Eulenberg's Nr.	Thierart	Concentration in Promille	Symtome
			A. Hunde.
19	Grosser Wachtelhund	Reines Gas	Tod in 2 Minuten ohne Convulsionen
13	Erwachsener Hund	2,5—17,5	5 Min. bei 2,5 unregelmässige Respiration und tetanische Zuckungen, 15 Min. bei 7,5 tiefe Respiration, endlich vollständiger Tetanus, einige Augenblicke bei 17,5 Tod

1) Eulenberg: Die Lehre von den schädlichen und giftigen Gasen. 1865. S. 260 u. f.

Eulenberg's Nr.	Thierart	Concentration in Promille	Symptome
4	Hund kräftig	13,0	Heulen, grosse Unruhe, krampfhafte Inspiration bei offenem Maule, tetanischer Krampf, Tod nach 1 Min.
5	Hündchen 5 Wochen alt	0,5	Ebenso
			B. Katzen.
7a	Junge Katze	0,072	Nach 5 Min. ohne Wirknng
7b	Dasselbe Thier	0,15	Nach 10 Min. ohne Wirkung
7c	Dasselbe Thier	0,72	Nach 25 Min. asphyktisch schwer krank herausgenommen, Reithahnbewegung, Schwäche der linken Seite, Resp. langsam, starkes Hervorquellen von Schanm aus Mnnd und Nase. Nach 6 Stunden nur unvollkommene Besserung, Respiration unter Maulaufsperren, sehr dyspnoëtisch
7d	Dasselbe Thier	0,9	Die gleiche Katze stirbt in 5 Min. nnter heftigen Convulsionen
9	Junge Katze	1,0	In 2 Min. asphyktisch. Herausgenommen Nach 30 Min. leidliche Erholung
10	Dieselbe Katze bald nach Versuch 9	1,0 dann 2,0	8 Min. bei 1,0, dann 12 Min. bei 2,0, in dieser Zeit erkrankt sie unter Krämpfen, Maulaufsperren, krampfhaften Inspirationen. Erholt sich wieder an der frischen Lnft
11	Dieselbe Katze	1,1	Am nächsten Tag wird das gleiche Thier durch 1,1 ‰ Gas in 8 Min. getödtet
12	Junges Kätzchen 2 Wochen	0,5	Hinstürzen nach einigen Secunden, Convnlsionen, Respirationsstillstand. Nach 2 Min. Tod
17	Grosse Katze	1,1	Tod in 1 Min. nnter Unruhe, dann allgemeine Convulsionen, Tetanus, einzelne krampfhafte Inpirationen
			C. Kaninchen.
1	Kaninchen gross	10	Tod in 1 Minnte. Allgemeine Convulsionen, Athemlähmnng
2	Kaninchen mittelgross	1	Stürzt asphyktisch zusammen nach 1 Min., nach 2 Min. Tod
3	Kaninchen jung	0,5	Nach 1 Min. asphyktisch, nach 2 Min. Tod
16	Kaninchen stark	0,5	Nach 1 Min. Convulsionen, herausgenommen, das rechte Auge überzieht sich während sich das Thier unter künstlicher Respiration erholt, mit Schleim. Nach ¼ Stde. wieder in den Kasten gebracht, stirbt das Thier in 2 Min.
18	Kaninchen mittelgross	1,1	Tod in 1 Min. unter klon. u. ton. Krämpfen
			D. Taube.
6	Taube	0,072	Unruhe nach 1 Min., Hinstürzen nach 3 Min. Tod unter Convulsionen, Maulaufsperren nach 4 Min.

Eulenberg's Versuche gestatten den Schluss [1]), dass Dosen von 1 ‰ ab in kurzer Zeit, für Katzen, Kaninchen und Tauben meist in 1—2 Minuten, tödtlich sind, Hund Nr. 13 erschien viel widerstandsfähiger. Junge Thiere scheinen vielfach auch bei 0,5 ‰ rasch zu Grunde zu gehen. Leider sind die Versuche mit schwachen Dosen viel zu spärlich, um irgend welche bestimmte Schlüsse daraus zu ziehen, während eine Taube bei 0,07 ‰ in 4 Minuten starb, war bei einer jungen Katze 0,07 und 0,15 ‰ 5 resp. 10 Minuten lang ohne Wirkung. Es fehlen also geradezu Versuche mit den für die Fabrikhygiene interessantesten Dosen.

Zu meiner grossen Verwunderung spricht sich übrigens Eulenberg S. 129, wo er über die Bedeutung des Schwefelwasserstoffs bei der Minenkrankheit handelt, folgendermassen aus: »Jedenfalls bringt ein Gehalt der Atmosphäre von 0,6 % (Procent!) d. h. 6 ‰ Schwefelwasserstoff beim Menschen nicht solche heftige Erscheinungen hervor, er kann höchstens zur Verschlimmerung derselben beitragen.« Was Eulenberg zu diesem Satze berechtigt, durch den der Mensch für 10mal wiederstandsfähiger wie die Versuchsthiere erklärt wird, ist mir unerfindlich.

Biefel und Polek [2]) haben zwei Versuche mit Schwefelwasserstoff angestellt.

1. Ein Kaninchen stirbt in 75 Minuten in einer Luft, die in der Mitte des Versuchs 0,64 ‰, endlich 0,53 ‰ Schwefelwasserstoff, im Mittel also 0,59 ‰ enthält, unter Schreien, Krämpfen, Zittern, Respirationsstörungen und massenhaftem Schleimausfluss aus dem Munde.

2. Ein Kaninchen stirbt unter ähnlichen Symptomen in 2 Stunden in einer Luft, die am Ende des Versuchs 0,37 ‰ Schwefelwasserstoff enthält.

Die Bestimmung des H_2S wurde durch Einleiten desselben in titrirte Jodjodkaliumlösung und Zurücktitriren mit Natrium-

1) Wie man aus Eulenberg's Versuchen ableiten kann, »dass 1/200 Volum Theil (d. h. 5 ‰) für Katzen, 1/400 Vol. Theil (d. h. 2,5 ‰) für grosse Hunde zur Tödtung genügen«, wie dies Hirt und verschiedene referirende Werke thun, ist mir unverständlich.

2) Ueber Kohlendunst und Leuchtgasvergiftung. Zeitsch. f. Biologie. Bd. 16.

hyposulfit gemacht. 0,1 ‰ halten Biefel und Polek für ohne Wirkung auf den thierischen Organismus.

Nothnagel und Rossbach[1]) geben an: Die tödtliche Grenze für den Menschen kennt man nicht, doch sollen Hunde in einer Luft, die mehr als 1 ‰ Schwefelwasserstoff enthält, sterben.

Smirnon (Centralblatt für die med. Wisseuschaften Nr. 37, S. 641, 1884) findet 3 ‰ rasch tödtlich, 2 ‰ kann bei kleineren Thieren rasch zum Tode führen, 1—1½ ‰ wird länger ertragen.

Boutmy und Descout[2]) fanden, dass der Schwefelwasserstoffgehalt von Abtrittgrubenwasser so gross war, dass 1 cbm Wasser vor der Desinfection 140 ccm H_2S beim einfachen Umrühren lieferte; 1 cbm desselben Wassers nach der Desiufection uoch 46 ccm. Da 1 cbm des nicht desinficirten Abtrittwassers 28 cbm Luft tödtlich zu machen (für wen?) im Stande war, so berechnet sich daraus, dass die tödtliche Wirkung bei 140 Liter in 28 cbm, d. h. bei 5 ‰ eintrat; 1 cbm desinficirten Wassers machte nur 8 cbm Luft tödtlich, d. h. es berechnet sich hieraus ein Gehalt von 6 ‰ Schwefelwasserstoff als tödtlich.

Brouardel und Boutmy[3]) geben an, dass ein Hund in zwei Minuten durch Inhalation von 5 Liter Luft, die 2 % Schwefelwasserstoff enthalten, stirbt. In 100 Liter Luft, die 0,5 % Schwefelwasserstoff enthalten, brauchte ein Hund ¾ Stunden bis zum Tode. Es kommt nach ihnen nicht auf die absolute Menge, sondern auf die Tension des eingeathmeten Gases an.

Haben schon diese am Hunde angestellten Versuche französischer Forscher eine etwas geringere Giftigkeit des Schwefelwasserstoffs dargethan als die Eulenberg'schen, so spricht sich Lewin[4]) neuerdings vollends ziemlich sorglos über die Giftigkeit aus.

»Die Giftwirkung vermag in allen diesen Fällen (d. h bei Kloakenarbeitern, Lohgerbern etc.) einzutreten, wenn die inhalirte Luft 4—5 % (Procent!) Schwefelwasserstoff enthält. Ein höherer

1) Handbuch der Arzneimittellehre S. 280. 4. Auflage 1880.
2) Aus Revue d' hygiène durch Liebig's Annalen (5) Band III. 1881.
3) Journal de Pharmac et de Chimie. XII. p. 316. 1885.
4) Lewin, Lehrbuch der Toxikologie. S. 49. Wien 1885.

Gehalt kann letal wirken. Ausser der Concentration des Gases kommt aber noch die Dauer der Inhalation in Betracht. Bei Kaninchen erfolgt schon bei 0,037 Volumprocent dieses Gases Vergiftung.

Parent Duchatelet[1]) und Gaultier de Claubry fanden gar, dass Menschen in einer Luft mit 2,5—8 ‰, ja 10 ‰ Schwefelwasserstoffgas arbeiten können, ohne zu erkranken! Ja, Gaultier de Claubry will selbst mehrere Minuten zum Zwecke der Entnahme der Gasprobe in einem Latrinengas verweilt haben, das bei der späteren Analyse 3 % (30 ‰) Schwefelwasserstoff enthalten haben soll.

Ueber die absoluten Mengen Schwefelwasserstoff, die zu tödtlichen Vergiftungen nöthig sind, nur soviel:

Von Schwefelnatrium genügen nach Pohl pro 1 Kilo Kaninchen 6 mg (= 2,4 mg H_2S) bei directer Injection in eine Vene; 20 mg (= 8 mg H_2S) tödten subcutan ein mittelgrosses Kaninchen. Ein Hund von 1½ Kilo stirbt durch Injection von 5 mg Schwefelnatrium (=2 mg H_2S) in die Vena jugularis. Es beweisen diese Zahlen, dass von dem Schwefelwasserstoffgas, das verschiedene Autoren in verschiedenen Formen einspritzten, nur sehr geringe Mengen absorbirt wurden, sonst hätten dieselben viel kleinere minimal-letale Dosen finden müssen. So gibt z. B. Demarquay bei der Injection von H_2S als Gas in's Unterhautzellgewebe an:

400—500 ccm tödten ein Kaninchen in 2 Minuten Demarquay[2])
100 ccm „ „ „ „ 10 „ „

Tamassia[3]), der den Schwefelwasserstoff in Wasser absorbirt in's Unterhautzellgewebe injicirte, fand dagegen:

163 mg = 107,5 ccm Gas tödten im mittel einen Hund
80—109 mg = 52—72 „ „ „ „ „ ein Kaninchen.

1) Nach Garnier Empoisonnement par le sulfure d'ammoniaque dégagé d'un mastic de fer. Ann. d'hygiène Trois. série XV. 1886 p. 519.

2) Demarquay Compt. rend. LX. 724.

3) Tamassia Estratto della rivist. sperim. di fren. e med. leg 1879. p. 273 u. 357.

3. Methode meiner Versuche mit Schwefelwasserstoff.

Die Versuchsanordnung, die den kleinen Pettenkofer-Voit'schen Respirationsapparat benutzte, schloss sich auf das engste an die bei meinen früheren Experimenten befolgte an; vergl. hierüber Arch. f. Hyg. V. S. 11, wo sich der Apparat abgebildet findet. Wieder saugte eine grosse Gasuhr (durch ein Wasserrad bewegt), Luft aus einem Glaskasten; dem durch ein weites Rohr eindringenden Hauptluftstrom mischte sich ein feiner Luftstrom bei, der durch eine grosse, mit Schwefelwasserstoffwasser gefüllte Flasche (ca. 12 Liter), gepresst wurde. Die Luftproben zur Untersuchung wurden wieder mit den Quecksilberluftpumpen continuirlich langsam durch Will-Varrentrappsche Birnen angesaugt, die mit starker Kupfersulfatlösung gefüllt waren und endlich gemessen. Es wurden stets gleichzeitig 2 Luft-Proben analysirt und während jeden Versuches einigemal die Birnen gewechselt, um über das Gleichbleiben des Gehalts ein Urtheil zu haben. Bevor das Thier hineingesetzt wurde, ward gewöhnlich der Apparat eine Zeit lang in Gang gesezt, um von Anfang an die gewünschte Schwefelwasserstoff-Concentration im Raume zu haben.

Die Ermittelung des Schwefelwasserstoffgehalts geschah folgendermassen nach de Haën. Es wird das Schwefelkupfer möglichst rasch auf ein kleines Filter abfiltrirt, das letztere rasch aber gründlich mit Wasser ausgewaschen, das Schwefelkupfer noch feucht mit Salpetersäure und Wasser vom Filter in eine Porzellanschale gespült. Jetzt wird gekocht und die heisse Kupfernitratlösung filtriert und unter Zusatz einer reichlichen Menge festen Ammoniumsulfats zur Trockene gebracht und ev. noch weiter erhitzt. Es bildet sich aus Kupfernitrat und Ammoniumsulfat — Ammoniumnitrat und Kupfersulfat, das erstere geht zum Theil in Form von Dämpfen weg. Kupfersulfat bleibt übrig. Dasselbe wird in wenig Wasser gelöst mit 10 ccm einer gesättigten farblosen Jodkaliumlösung versetzt, wobei folgende Reaction stattfindet:

$$Cu\,SO_4 + 2KJ = K_2\,SO_4 + Cu\,J + J.$$

Das freigewordene Jod wird mit Natriumhyposulfit titrirt. Es entspricht ein Atom Jod, 1 Mol. $Cu SO_4$ resp. 1 Mol. $Cu S$ resp. 1 Mol. $H_2 S$ also 126,5 mg Jod = 34 mg $H_2 S$.

Die Methode erlaubt ein rasches Arbeiten und gibt genaue Resultate; ich muss übrigens sagen, dass ich nach eingehenden vergleichenden Studien, die ich im verflossenen Jahre in Würzburg über Schwefelwasserstoffbestimmung gemacht habe (bei Gelegenheit der unten zu erwähnenden Arbeit von Dr. Kwilecki) diese Methode nicht mehr wählen würde.

Ich verglich die 3 folgenden Methoden:

I. Absorption des Schwefelwasserstoffs in Kupfersulfat und Wägung des in Kupfersulfur im Rose'schen Tiegel übergeführten Sulfids. (Sulfürmethode.)

II. Absorption des Schwefelwasserstoffs in Kupfersulfat, Umwandlung des abfiltrirten Sulfids in Sulfat, Titriren des durch das Kupfersulfat aus Jodkalium freigemachten Jods. (Jodürmethode.)

III. Absorption des Schwefelwasserstoffs in abgemessener Menge $^1/_{10}$ normal Jodjodkalilösung:

$$J_2 + H_2 S = 2 HJ + S.$$

und Zurücktitriren des überschüssigen Jods mit Natrium-Hyposulfitlösung. (Jodmethode.)

Zur Vergleichung der Methoden verfuhr ich folgendermassen:

Es wurde in einen Liter ausgekochten kalten Wassers H_2S eingeleitet und von diesem Wasser Proben von je 10 ccm entweder in 10 oder 20 ccm $^1/_{10}$ Normaljodlösung oder in 50 ccm einer starken Kupfersulfatlösung einlaufen gelassen.

Die ersten Versuche ergaben keine recht erfreulichen Resultate, aber es gelang ziemlich bald, die Gründe dafür in folgenden Umständen zu finden:

1. Das Schwefelwasserstoffwasser lieferte nur Proben von gleichem Gehalt, wenn dieselben rasch hintereinander dem Kolben entnommen wurden. Namentlich in den ersten Versuchen, in denen nicht ausgekochtes Wasser verwendet wurde, trat sehr rasch eine Schwefeltrübung auf.

2. Zur gewichtsanalytischen Bestimmung genügen 10 ccm Schwefelwasserstoffwasser nicht; als 100 ccm genommen wurden, wurden die Resultate sofort besser.
3. Der Schwefel, dessen wir uns zur Rose'schen Methode bedienten, war nicht, wie wir anfangs annahmen, aschefrei, im Gegentheil, lieferten 5 gr Schwefel 7,4 mg Asche. Es wurden daher später abgewogene Schwefelmengen verwendet und ihr Aschegehalt in Abzug gebracht.

Nach Beseitigung dieser Fehlerquellen stimmten die einzelnen Methoden in sehr befriedigender Weise: z. B.

Versuch A.

25 ccm Schwefelwasserstoffwasser enthalten mg H_2S.
3 Proben nach Meth. II ergaben 14,3; 14,3; 14,0.
3 Proben nach Meth. III, 13,1; 13,3; 13,1.
1 Probe nach Meth. I, 13,8.

Versuch B.

25 ccm Schwefelwasserstoffwasser enthalten mg H_2S.
2 Proben nach Meth. II, 10,7; 10,7.
4 Proben nach Meth. III, 10,9; 10,7; 10,9; 10,6.

Versuch C.

10 ccm Schwefelwasserstoffwasser enthalten mg H_2S.
4 Proben nach Meth. III, 13,4; 13,4; 13,5; 13,5.
100 ccm Schwefelwasserstoffwasser enthalten mg H_2S.
2 Proben nach Meth. I, 128 mg 126 mg, also 10 ccm im Durchschnitt 12,7.

Da die Methode III die weitaus bequemste erschien, und keine Nachtheile gegenüber den anderen Methoden hervortraten, so wurde dieselbe später bei den Versuchen an Menschen ausschliesslich in Anwendung gezogen.

Einige Modificationen siehe S. 170.

4. Versuchsprotokolle bei Thierversuchen.

Ich lasse meine Versuchsprotokolle über Schwefelwasserstoff nach steigenden Dosen des Gases geordnet folgen; bei jedem Versuchsthier ist angegeben, ob es frisch zum Versuche verwendet wurde, oder früher schon einmal gedient hatte. Zum

Schluss gebe ich eine kurze tabellarische Uebersicht des Materials nach den Thierarten geordnet.

Die Respirationszahlen beziehen sich immer auf $^1/_2$ Minute.

Versuch I 21. I. 87.

Versuchsthiere: 1 Katze (1) als N (2) schon am 19. I. 10 h bei 0,15 ‰
1 Kaninchen (1) sehr gross und kräftig, noch nie verwendet.

Gehalt der Kastenluft an H_2S: Während des ganzen Versuchs 0,13 ‰.

Versuchsdauer: 8 h.

Katze (1) während des ganzen Versuchs sehr ruhig, meist liegend. Respiration 8—12 wechselnd. Nach 2 h beginnt eine minimale Speichelsecretion, die etwa $4^1/_2$ h schwach andauert.

Kaninchen (1) sitzt ruhig. Gar keine Reizsymptome. Erste Stunde Resp. 46—41, dann sinkt sie in den nächsten $2^1/_2$ h auf 27, 21, 14, steigt die folgenden 2 h auf 16, 19 und wird gegen das Versuchsende etwas angestrengt und ziemlich frequent 55—65 flach.

Beide Thiere nach dem Herausnehmen ganz wohl.

Versuch II 19. I. 87.

Versuchsthiere: 1 Katze (2), 1 Kaninchen (2) am 18. I. zu Versuch X verwendet, d. h. 3 Min. bei 1,3 ‰.

Gehalt der Kastenluft an H_2S: Erste 8h = 0,13 folgende 2h = 0,17; Mittel 0,14‰.

Versuchsdauer: 10 h.

Katze (2). Während der ganzen Versuchsdauer kein deutliches Symptom von Unwohlsein. Meist ruhig auf dem Boden liegend, in halbschlafender Stellung. Resp. bei successiven Zählungen 14, 10, 10, 10, 10, 11, 16, 17. Gegen Ende Nase eine Spur feucht, ab und zu eine Hustenandeutung. Nach dem Herausnehmen nach 10 h scheinbar wohl.

Kaninchen (2). Erste 4 h: Resp. 16—12. Kein deutliches Unwohlbefinden. Liegt sitzt oder bewegt sich langsam. Nach 5 h Resp. 38 sonst Zustand wie oben. Nach 8 h Resp. 32 etwas angestrengt. Leichtes Aufsperren des Mundes. Nach 10 h 20 Min. Resp. 30. Ab und zu Andeutung von Husten, der Gang nicht gestört.

Das Kaninchen wird den folgenden Tag offenbar von der Katze getödtet und angefressen gefunden, so dass keine Section gemacht wird.

Versuch III 3. II. 87.

Versuchsthiere: 1 Katze (3) schon in Versuch VIII am 28. I. und IX am 31. I. verwendet.
1 Katze (4) noch nie verwendet, jung, kräftig.
1 Kaninchen (3). Wenig kräftig, mager. Noch nie zu Vergiftungsversuchen verwendet.

Gehalt der Luft an H_2S. Erste 1 h 40 Min.: 0,21 ‰, folgende 6 h: 0,22 ‰, letzte $^1/_2$ h: 0,21 ‰, Mittel 0,22 ‰.

Versuchsdauer: 8 h.

Katze (3). Legt sich sofort nach dem Hineinsetzen auf die Seite und bleibt während des ganzen Versuchs in dieser Stellung. In den 7 Versuchs-

stunden ist die Respiration: 13, 15, 14, 21, 21, 18, 13, 13, 15, 15, 15, 13, 12, 12, 15, 13, 14. Zweimal nach 5 h und nach 7 h wird das Thier herausgenommen und jedesmal die Herzaction beobachtet. Puls beidemale 51 kräftig; das Herausnehmen dauert beidemale nur 2 Minuten. Nach 8 h ist das Thier halb narkotisirt, es reagirt nur träge auf Reize und kann kaum gehen. Jedesmal nach dem Wiederhineinsetzen in den Kasten ist die Schlafstellung sofort wieder da. In der letzten halben Stunde wird ab und zu ein Tropfen Speichel abgesondert. Ohren meist geröthet.

Katze (4). Bietet die ersten 3 h gar keine bemerkenswerthen Symptome, dann nimmt sie die gleiche Schlafstellung ein wie (3). Resp. 10—20, schwankt ähnlich wie bei (3). Ohren meist blass. Gar keine Secretionen.

Kaninchen (3). Bietet wenig bemerkenswerthe Symptome. In den ersten 4 h sinkt die Respiration: 21, 21, 14, 15, 15, 12, 13, 10, steigt dann von der fünften Stunde an unter zunehmender Dyspnoe: 25, 26, 30, 33, 35, 39, 36, 36, 40. Thier sitzt dabei meist ganz ruhig, zeigt nach 8 h herausgenommen, keinerlei Störungen.

Versuch IV 26. I. 87.

Versuchsthiere: 1 Katze (5), als N (2) schon am 19. I. 10 h bei 0,14 ‰ und als N (1) am 21. I. 8 h bei 0,13 ‰.
1 Kaninchen (sehr gross und kräftig). (4) am 21. I. als N (1) 8 h bei 0,13 ‰.

Gehalt der Kastenluft an H_2S: Erste Stunde = 0,47 ‰, folgende $2\frac{1}{2}$ h = 0,32 ‰. Mittlerer Gehalt 0,36 ‰.

Versuchsdauer $3\frac{1}{2}$ h.

Katze (5). Legt sich sofort auf den Bauch. Resp. 16. Diese 16 Resp. vermindern sich allmählig auf 10, 9, 8. Thier stets in träger Seitenlage oder Bauchlage, erscheint oft halbschlafend. Augen fast ganz geschlossen. Nach 12 Min beginnt eine schwache Secretion zähflüssigen Speichels, die in sehr bescheidener Menge fortdauert.

Kaninchen (4). Keine deutlichen Krankheitssymptome während des ganzen Versuchs. Resp. sinkt von 63 auf 51, 32, 29, 31, 26, 25, 15, 14 (nach $1\frac{3}{4}$ h) dann wieder 20, 26. Nach $3\frac{1}{2}$ h herausgenommen, läuft das Thier herum; es stemmte sich manchmal in der letzten Zeit des Aufenthalts im Kasten auf die Katze auf.

Versuch V 14. I. 87.

Versuchsthiere: 1 Kaninchen (5), 1 Meerschweinchen (1). Noch nie verwendet.

Gehalt der Kastenluft an H_2S: Erste $1\frac{1}{2}$ h = 0,605 ‰, folgende 25 Min. = 0,50 ‰, folgende $2\frac{1}{2}$ h 0,45 ‰, folgende $2\frac{1}{4}$ h = 0,45, letzte 2 h = 0,38 ‰, Durchschnitt 0,47 ‰.

Versuchsdauer: Kaninchen $6\frac{1}{4}$ h, Meerschweinchen 8 h 50 Min.

Kaninchen (5). Erste halbe Stunde: Respiration sinkt von 50 auf 34, 33, 28. Meist sehr ruhig, nur vorübergehend kleine unruhige Zeiten.
Nach 80 Min. Resp. 16.
Nach 225 Min. (in der Zwischenzeit unbeobachtet) Resp. 33, tief. Leichtes Mundaufsperren und Spiel der Nasenflügel bei jeder Respiration.

Nach 230 Min. Legt sich auf den Bauch. Vorstrecken des Kopfes bei jedem dyspnoëtischen Athemzug.

Nach 300 Min. Steht wieder auf. Resp. 27, tief.

Nach 330 Min. Resp. noch dyspnoëtischer 23.

Nach 345 Min. Thier wird unruhig. Richtet sich öfters auf, stemmt die beiden Vorderfüsse gegen den oberen Theil der Kastenwand, macht langsame schüttelnde Kopfbewegungen und daneben tiefe Resp. mit geöffnetem Mund. Dann allmäliges Zusammensinken. Dieses Schauspiel wiederholt sich öfters.

Nach 363 Min. Richtet sich auf den Hinterfüssen auf, stürzt dann rückwärts und liegt platt auf dem Bauche. Nach einigen Secunden springt es wieder auf und stürzt abermals rückwärts. Dabei klonische Convulsionen in den Füssen. Es folgen nun Wälzbewegungen um die Längsachse, ein nochmaliges nach hinten Umstürzen, endlich bleibt das Thier in Seitenlage liegen. Aus dem Munde fliesst klare gelbliche Flüssigkeit mit wenig Schaum vermischt.

Nach 377 Min. Todt aus dem Kasten genommen.

Section des Kaninchens (5).

Weder äusserlich noch in der Brust- oder Bauchhöhle ein Geruch nach Schwefelwasserstoff.

Augen bieten keine auffallende Veränderung.

Trachea mit dünnem schaumigen Secret erfüllt sehr stark in ihrer ganzen Ausdehnung hyperaemisch. Lunge in sämmtlichen Lappen marmorirt, voluminös, stark oedematös. Auf einem Schnitt sieht man, dass das Lungengewebe sehr stark mit Blut und seröser Flüssigkeit durchtränkt ist — es fliesst blutige Flüssigkeit in Menge von der Schnittfläche.

Magen normal, stark gefüllt. Oberer Dünndarm etwas rosa injicirt. Eine kleine Blutung im Duodenum (?).

Herz: Linker Ventrikel leer, rechter Ventrikel mässig, beide Vorhöfe stark mit dunklem geronnenem Blute erfüllt.

Meerschweinchen (2). Eine halbe Stunde nach dem Kaninchen hineingesetzt.

Nach 530 Min. Noch immer keine deutlichen Krankheitssymptome. Resp. in successiven Zählungen 46, 31, 32, 31, 38, 39. Anfangs ab und zu zitternde Bewegungen in der Kopfmusculatur. Später meist unruhiges Hin- und Herwandern. Ab und zu Schreien. Klettert oft auf das Kaninchen. Die letzten $1^1/_2$ h nagt es vielfach an dem Holzgitter, auf dem es sitzt.

Nach dem Herausnehmen: Läuft lebhaft herum, quickt ein wenig und frisst sofort.

Am 17. I. todt gefunden. Scheint in der Nacht vom 16. auf 17. I. gestorben zu sein.

Section des Meerschweinchens.

Lunge dunkelroth, oedematös. Keine makroskopischen Blutaustritte sicher zu erkennen. Sonst nichts Bemerkenswerthes.

Versuch VI 4. II. 87.

Versuchsthiere: 1 Katze (6) schon am 28. I., 31. I. und 3. II. verwendet.
1 Katze (7) schon am 3. II. verwendet.
1 Kaninchen (6) schon am 3. II. verwendet.

Gehalt der Kastenluft an SH_2: Erste Stunde: 0,36 ‰, folgende 1 h 40 Min.: 0,58 ‰, Durchschnitt 0,49 ‰.

Versuchsdauer: 2 h 40 Min.

Katze (6) Sofort nach dem Hineinsetzen in Schlafstellung, die während des ganzen Versuchs beibehalten wird. Augen stets geschlossen. Resp. 16—10. Kein Speichelfluss.

Nach 2 h 40 Min. herausgenommen. Geht etwas schwankend und unsicher, frisst aber kurze Zeit nachher wieder mit Gier. In einigen Stunden ganz erholt.

Katze (7). Nach viertelstündigem Sitzen begibt sich das Thier auch in Schlafstellung, die während der ersten 2 h unverändert beibehalten wird. Resp. 13—23, vielfach an Frequenz wechselnd.

Nach 2 h Aufstehen. Defaecation Faeces enthalten Blutspuren. Zweimal hintereinander Erbrechen. Resp. 21. Kein Speichelfluss.

Nach 2 h 20 Min. Resp. 16. Halbliegend.

Nach 2 h 45 Min. Heraus. Läuft nach dem Herausnehmen etwas schwankend herum. In einigen Stunden ganz normal.

Kaninchen (5). Nach ½ h. Stets ruhig. Resp. Anfangs 25, dann 15 und 18.

Nach 1 h. Zweite halbe Stunde viel unruhiger, es bildet sich etwas Dyspnoe aus: Resp. 29, 34, ziemlich tief. Lebhafte Nasenflügelbewegung. Augen offen oder zu mittelweiter Spalte verengt

Nach 2 h. Es wechseln stärker und schwächer dyspnoetische Perioden. Resp. 25, 21.

Nach 2 h 1 Min. Plötzlich tonische Streckbewegungen in den Vorderbeinen. Das Thier richtet sich dadurch mit dem Vorderkörper auf, sinkt aber alsbald auf die Seite. Es schliessen sich Wälzbewegungen um die Längsachse an, in der darauf folgenden Ruhepause ist prachtvoller Nystagmus zu sehen. Es folgen neue Wälzbewegungen, schliesslich liegt das Thier mit ganz verdrehtem Kopfe da. Starke Dyspnoe. Resp. 26.

Nach 2 h 4 Min. Augen ruhig, fibrilläre Zuckungen in der Mundmusculatur.

Nach 2 h 7 Min. Neuer Krampf der Vorderbeine. Sichtbare Schleimhäute (Mund, Nase etc.) geröthet.

Nach 2 h 10 Min. Streckkrampf in allen 4 Beinen von kurzer Dauer. Derselbe wiederholt sich noch zweimal. Resp. 25.

Nach 2 h 15 Min. In den folgenden 3—4 Minuten wiederholen sich öfters kleine tonische und tetanische Streckungen in Nackenmuskulatur und Extremitäten. Nystagmus deutlich.

Nach 2 h 20 Min. Es wiederholt sich dasselbe. In den Pausen Kopf in verdrehter Stellung an die Glaswand gelehnt. Resp. 23. Pupille sehr weit. Corneae schimmern ein wenig opalescirend.

Nach 2 h 30 Min. Stat. idem. Herausgenommen.

Sofort nach dem Herausnehmen: Herzpulse 210 in der halben Minute, ziemlich kräftig. Hinterbeine schwach, Vorderbeine stärker, aber keine Möglichkeit auf den Füssen zu stehen. Corneae leicht hauchartig getrübt. Lässt man Licht in die eine Pupille fallen, so verengert sich die andere nur sehr unvollkommen.

Nach 5 Min. Stat. idem.

Nach 1 h 40 Min. Thier im Käfig halb auf der Seite liegend. Resp. 32, mitteltief. Grosse Muskelunruhe, Zuckungen bald da, bald dort. Ab und zu wird der Kopf durch stärkere Contraction der Nackenmuskeln stärker nach hinten gezogen, auch Verdrehen des Kopfes, gelegentliches Vornüberfallen. Ab und zu Wälzbewegungen auf die eine und die andere Seite, es folgen auf das Wälzen Perioden der Muskelunruhe. Augen offen, opalesciren sehr schwach.

Nach 20 h. Noch immer verdrehte Kopfstellung, kann noch nicht gehen, kriecht nur auf dem Bauch. Keine eigentlichen Wälzbewegungen mehr.

Nach 30 h. Sitzt mit stark auf die rechte Seite geneigtem Kopfe. Beim Anfassen und auf den Tischsetzen bricht eine Serie kräftiger Wälzbewegungen mit Nystagmus aus. Athmung ca. 30 mitteltief. Thier frisst nichts.

Versuch VII 17. I. 87.

Versuchsthiere: 1 Katze (8), 1 Kaninchen (7).

Gehalt der Kastenluft an H_2S: Erste $1\frac{1}{2}$ h = 0,75 ‰, zweite 3 h = 0,75 ‰, dritte 70 Min. = 0,62 ‰, Mittelwerth = 0,72 ‰.

Versuchsdauer: Katze 5 h 20 Min., Kaninchen 4 h 5 Min.

Katze (8). Erste 8 Min Sonderbares Exspirium. Thier athmet durch die Nase kräftig aus, etwa als ob der unangenehme Geruch herausgeblasen werden sollte. Resp. 20.

Nach 20 Min. Das eigenthümliche Exspirium hat jetzt allmälig den Charakter von Niessen angenommen, doch niesst die Katze nicht fortwährend, sondern nur von Zeit zu Zeit. Resp. 15.

Nach 42 Min. Spärliche zähe Speichelsecretion, dann etwas schaumiger Speichel. Thier ruhig.

Nach 58 Min. Speichelfluss vorüber.

Nach 108 Min. Status kaum verändert. Resp. 10, mitteltief, gegenwärtig wieder etwas Speichelfluss.

Nach 123 Min. Bauchlage. Resp. 7, bald darauf richtet sie sich wieder auf.

Nach 170 Min. 27 kurze stossweise Resp.

Nach 210 Min. 11 tiefe Resp. Ab und zu etwas zäher Speichel.

Nach 230 Min. Es tropft momentan etwas dünner Speichel ab.

Nach 240 Min. Etwas vermehrter Speichelfluss.

Nach 260 Min. Resp. 22. Sieht sehr krank aus, liegt platt auf dem Boden.

Nach 270 Min. Resp. stossweise. Kann sich noch aufrichten, aber nicht mehr längere Zeit stehen, fällt gleich wieder auf die Seite. Bis jetzt kein Krampf.

Nach 280 Min. Defaecation.

Nach 290 Min. Resp. 56, unregelmässig. Miant etwas. Wirft sich unruhig von der einen auf die andere Seite, kratzt manchmal mit den Füssen an der Wand, macht vergebliche Stehversuche.

Nach 298 Min. Unruhe und Dyspnoe nehmen zu. Aendert fortwährend ihre Stellung, streckt oft die Vorderfüsse aus und kratzt damit an der Wand.

Nach 305 Min. Unruhe und Angst nehmen noch mehr zu, Resp. wird plötzlich ganz oberflächlich und rasch, von vereinzelten tiefen Inspirationen unterbrochen. Aus der Nase kommt schaumige Flüssigkeit. Pupille wird maximal weit.

Nach 320 Min. Todt. Heraus.

Section der Katze (8) 5 Min. post mortem.

Cadaver noch warm. Blut dunkelroth flüssig, fliesst reichlich aus den angeschnittenen Halsvenen. In beiden Pleurahöhlen ziemlich reichlich seröse klare Flüssigkeit, je etwa 1 Esslöffel voll. Lungen von stark vermehrtem Blutgehalt, starkes Oedem daneben. Lungenränder etwas emphysematös. Trachea stark hyperaemisch mit reichlichem dünnschaumigen Secret ganz erfüllt. Perivasculäre Lymphräume in der Brusthöhle stark mit Oedem erfüllt. Magen blass, enthält 1—2 Esslöffel seröse Flüssigkeit und einen Grashalm. Darm normal. Nieren blutreich. Corneae nicht verätzt.

Kaninchen (7). Sofort nach dem Hineinsetzen Resp. 60, flach.

Nach 5 Min. Resp. 34.

Nach 10 Min. Resp. 57, mitteltief.

Nach 40 Min. Dyspnoe beginnt. Resp. tief, unter Verstrecken des Kopfes.

Nach 70 Min. Dyspnoe stärker. 17 Resp.

Nach 80 Min. Thier etwas unruhig, bewegt den Kopf hin und her. Ohren liegen.

Nach 97 Min. Resp. 30, mitteltief, etwas angestrengt. Sonst ziemlich ruhig.

Nach 120 Min. Stat. idem. Resp. 22, noch nicht gelähmt.

Nach 190 Min. Resp. 40.

Nach 230 Min. Resp. 43. Schwankt. Dyspnoe nimmt zu.

Nach 233 Min. Ohne Andeutung von Krampf stürzt das schwankende Thier plötzlich seitwärts um und bleibt in dieser Stellung liegen. Resp. 41.

Nach 243 Min. Resp. 20. Defaecation. Liegt auf der Seite.

Nach 250 Min. Resp. 21, stossweise. Mehrfache tonische Contractionen in den Extremitäten, dann Opisthotonus. Dies wiederholt sich einige Male.

Nach 265 Min. Todt; heraus.

Section des Kaninchens (8) sofort nach dem Tode.

Trachea hyperaemisch, diese sowohl wie die Bronchien mit schaumiger dünner Flüssigkeit vollständig angefüllt. Lungen hyperaemisch ohne makroskopische Blutaustritte stark oedematös. Randemphysem. Magen blass, Darm normal, nirgends Haemorrhagien.

Versuch VIII 31. I. 87.

Versnchsthiere: 1 Katze (9). Schon verwendet in Versuch VIII am 28. I.
1 Katze (10). Jnng, kräftig, noch nie verwendet.
1 Kaninchen (8). Schon verwendet am 21., 26, 27., 28. I.

Gehalt der Kastenluft an H_2S: Erste Stunde 0,68‰, Folgende $6^1/_2$ h 0,72 ‰, Letzte $^1/_2$ h 0,72‰, Mittel 0,71‰.

Versnchsdaner: Für Katze (9) $4^1/_4$ h, für Katze (10) 8 h 9 Min., für Kaninchen (8) 3 h 50 Min.

Katze (9). Legt sich hald nach dem Hineinsetzen auf die Seite. Augen meist geschlossen. Resp. 14—10.

Nach 3 h. Es hat sich ein Schwächezustand ausgebildet. Aufrichteversuche gehen nnr mangelhafte Resultate. Angen meist geschlossen. Zunge etwas vorgestreckt, Nase trocken. Resp. 10.

Nach 3 h 11 Min. Es heginnt eine Secretion von etwas zähem Speichel, sonst stat. idem.

Nach 3 h 16 Min. Resp. 26. Pnpillen eng. Ah und zu nnvollkommene Aufrichtversnche. Maul offen.

Nach 3 h 26 Min. Continnirlich schwache Speichelsecretion. Resp. 12.

Nach 4 h 16 Min. Resp. 17. Reagirt nicht auf Klopfen an die Kastenwand. Herausgenommen.

Sofort nach dem Herausnehmen: Herzschläge nicht zu fühlen, Resp. nnregelmässig 17. Absolut unfähig zn gehen, complete Seitenlage. Starkes schmerzhaftes Kneipen der Pfoten ohne Reaction.

Nach 17 Min. Herzschläge dentlich. Lage unverändert.

Nach 40 Min. Resp. 25. Vermag sich allmählich anf den Füssen zn halten, aber noch nicht zu gehen.

Nach 4 h. Sitzt sehr ruhig, noch nicht vollkommen erholt. Resp. 24. Pnis 94, kräftig. Pnpillenaction träge.

Am nächsten Tage munter.

Katze (10). Erste 3 h wie Katze (9), legt sich aber etwas später als (9) auf dle Seite. Resp. 8—10. Nach $^1/_2$ h Angen meist geschlossen.

Nach 3 h 30 Min. Noch vielfach in kanernder Stellung, nur ah und zn schläfrige Seitenlage.

Nach 4 h 16 Min. Kauert noch immer vielfach. Angen zugepresst. Kein Speichel.

Nach 4 h 46 Min. Von jetzt ab andauernde Seitenlage. Resp. 10. Scheint matt.

Nach 5 h 16 Min. Keine dentliche Reaction des Thiers bei Beklopfen der Kastenwand. Andanernde Seitenlage.

Nach 6 h 16 Min. Defaecatlon. Sonst stat. idem. Resp. 16.

Nach 6 h 18 Min. Starkes Würgen. Lautes Mianen.

Nach 6 h 21 Min. Resp. 15, tief. Continuirliche Seitenlage.

Nach 6 h 31 Min. Resp. 13, etwas unregelmässig. Speichelfluss beginnt.

Nach 6 h 47 Min. Resp. 17. Unruhig Ah und zu langsames Anfstehen, legt sich aber rasch wieder.

Nach 7 h 9 Min. Fortwährendes Jammern, unruhiges Hin- und Herwerfen. Resp. 15.

Nach 7 h 19 Min. Unruhe nimmt zu. Resp. sehr tief, 13.

Nach 7 h 51 Min. Resp. 10, sehr tief. Wenig Speichelsecretion.

Nach 7 h 56 Min. Stat. idem.

Nach 8 h 9 Min. Herausgenommen.

Sofort nach dem Herausnehmen: Beiderseits Corneae stark angeätzt, eitrigschleimiges Conjunctivalsecret. Conjunctivae entsprechend injicirt. Resp. 18, tief. Ab und zu Wälzen mit dem Ausdruck heftiger Schmerzen. Kann nicht stehen. Seitenlage.

Nach 5 Min. Resp. 3 1/2, sehr tief und krampfhaft. Puls 54, schwach.

Nach 9 Min. Resp. 1—2. Puls 43, 45. Einige kleine tonische Streckungen in den Extremitäten.

Nach 14 Min. Resp. sistirt. Herzaction deutlich fühlbar, 51.

Nach 15 Min. Todt.

Section der Katze (10) (20 h post mortem).

Todtenstarre, Pleurahöhlen enthalten circa 15 ccm klare seröse Flüssigkeit. Trachea hyperaemisch. Bronchien blass mit schaumigem Serum gefüllt. Lungen hyperaemisch aber ohne makroskopische Blutaustritte, collabiren schlecht. Starkes Randemphysem und hochgradiges Lungenödem. Die Bauchorgane normal.

Kaninchen (8). 4 Min. nach dem Hineinsetzen. Resp. 37. Ohren injicirt.

Nach 10 Min. Resp. 18. Halb auf dem Bauche liegend.

Nach 2 h 30 Min. Status wenig verändert. Sehr ruhig, nur ab und zu eine kleine Bewegung. Resp. successive 19, 21, 19, 13, 16, 8, 15. Augen meist weit offen.

Nach 2 h 36 Min. Resp. 32, etwas angestrengt. Leichtes Maulaufsperren und Nasenflügelbewegen. Kauen. Etwas Unruhe.

Nach 2 h 50 Min. Resp. 21, etwas angestrengt. Sonst status idem.

Nach 3 h 10 Min. Resp. 30. Sinkt plötzlich auf die Seite und macht dann 8 Wälzbewegungen um die Längsachse. Bleibt in halber Rückenlage liegen.

Nach 3 h 12 Min. Ohren etwas livid. 34 mitteltiefe, vorwiegend abdominale Respirationen.

Nach 3 h 17 Min. Das ganz schlaff daliegende Thier macht einige pendelnde Bewegungen mit dem Vorderkörper.

Nach 3 h 22 Min. Augen offen. Neigt sich auf die Katze. Resp. 27. Bisher kein Nystagmus bemerkt.

Nach 3 h 25 Min. Resp. 17, ziemlich tief. Thier ganz schlaff.

Nach 3 h 35 Min. Resp. 18. Status idem.

Nach 3 h 45 Min. Zuckende Bewegungen im Hinterthier. Resp. ziemlich tief, 6. Kein Nystagmus.

Nach 3 h 50 Min. Heraus.

Herzaction sehr frequent, schwach. Aus dem Mund fliesst massenhaft leicht blutig gefärbte seröse Flüssigkeit. Thier gelähmt, reflexlos. 5 Minuten nach dem Herausnehmen: Todt

Section des Kaninchens (8) (unmittelbar post mortem).

Larynx, Trachea und Bronchien mit schaumig blutiger Flüssigkeit gefüllt. Trachea wenig injicirt, Lunge hyperaemisch, mit hochgradigem Emphysem und Oedem. Magen hyperaemisch mit Speisen gefüllt. Herzblut coagulirt, das sonstige Blut flüssig. In der Leber verdickte Gallengänge mit Galle gefüllt. Uebrige Organe normal.

Versuch IX 28. I. 87.

Versuchsthiere: 1 Katze (11) (jung, kräftig, noch nie verwendet).
1 Kaninchen (9) (schon verwendet am 21., 26., 27. I.)

Gehalt der Kastenluft an H_2S: Erste Stunde 0,82‰, zweite Stunde 0,71‰, Mittel 0,76.

Versuchsdauer: Katze 1 h 49 Min., Kaninchen 10 Min.

Katze (11). Die ersten Minuten nach dem Hineinsetzen: Ruhig. Resp. 13.

Nach 20 Min. Resp. 24. Anhaltendes Miauen, einmal niessen. Nach kurzdauerndem unruhigen Umherlaufen legt sie sich nieder.

Nach 30 Min. Es wechselt eine Schlafstellung mit Seitenlage, mit Aufsitzen. Resp. 21, später 13 mitteltief. Vielfach leises Miauen. Augen werden zeitweise zusammengepresst. Keine Speichelsecretion.

Nach 42 Min. Stat. idem. Ruhig in Seitenlage mit geschlossenen Augen.

Nach 67 Min. Sitzt mit geschlossenen Augen. Resp. 8

Nach 82 Min. Resp. 9. Sonst stat. idem.

Nach 102 Min. Es beginnt eine lebhafte Unruhe. Thier stösst beim Umherlaufen im Kasten mehrfach mit dem Kopf gegen die Wand und schwankt etwas. Geringe Secretion zähen Speichels Resp. 40, unregelmässig. Pupille erweitert bis zum Maximum. Urinentleerung.

Nach 107 Min. Speichelfluss dauert fort. Dyspnoe nimmt immer zu. Defaecation.

Nach 109 Min. Höchste Dyspnoe. 130 Resp. Ohren injicirt. Heraus genommen.

Nach dem Herausnehmen sofort an's offene Fenster gebracht. Resp. ca. 150 mit heraushängender Zunge und offenem Maul. Schwache tonische Contractionen in den Extremitäten.

7 Min später. Resp. 84, bedeutend tiefer. Willkürbewegung noch gelähmt. Speichelsecretion sistirt. Nase geröthet.

60 Min. nach dem Herausnehmen. Längst wieder leidlich erholt, steht und geht seit Langem, frisst aber nicht von dem vorgesetzten Fleisch. Resp. 33, noch recht matt.

Erholt sich im Laufe der nächsten Stunden vollständig.

Kaninchen (9). Schon 2 Min. nach dem Hineinsetzen fällt das Thier auf die Seite, wälzt sich einmal um die Längsachse, Nystagmus. Vorübergehende Streckung der Extremitäten.

Nach 5 Min. Resp. 30, oberflächlich. Thier liegt auf der Seite, ab und zu klonische und tonische Convulsionen in den 4 Füssen, dann eine Serie von starken Wälzbewegungen.

Nach 9 Min. Resp. 42.

Nach 10 Min. Heraus.

Unmittelbar nach dem Herausnehmen ist das Thier nicht im Stande sich aufzurichten, die Extremitäten werden häufig von Zuckungen ergriffen. Nystagmus. Puls sehr frequent. Resp. 43.

4 Min. nach dem Herausnehmen fängt das Thier wieder an, langsam herumzukriechen. Erholt sich in der nächsten Stunde ziemlich rasch.

Versuch X 18. I. 87.

Versuchsthiere: 1 ziemlich schwaches Kaninchen (10).
1 Meerschweinchen (2). } Beide noch nicht verwendet.

Gehalt der Kastenluft: 1,3 ‰.

Versuchsdauer: Kaninchen 3 Min., Meerschweinchen 90 Min.

Kaninchen (10). Das Thier ist noch kaum eine Minute im Kasten, so fällt es nach kurzem Schwanken in Seitenlage. Resp. 22.

Nach 2 Min. Aufrichten, zitternde Bewegungen, schwindelndes Hin- und Herschwanken. Dann stürzt das Thier auf die Seite und führt eine Anzahl Wälzbewegungen um die Längsachse aus. Hierauf Seitenlage mit ausgestreckten Hinterbeinen und abermalige Wälzbewegung. Resp. angestrengt ca. 25.

Nach 3 Min. Herausgenommen. Herz schlägt kräftig. Bauchlage. Vorderfüsse platt auf dem Boden. 27 ziemlich tiefe Resp.

4 Min. nach dem Herausnehmen fängt das Thier wieder zu gehen an, 15 Min. später frisst es bereits wieder.

Meerschweinchen (2). Sofort nach dem Hineinsetzen Resp. 45.

Nach 7 Min. Resp. 94, sehr oberflächlich.

Nach 9 Min. Resp. sehr unregelmässig und wechselnd, in zwei auf einanderfolgenden halben Minuten wird 53 und 65 gezählt, dann plötzlich 101.

Nach 12 Min. Fängt an Holz zu knabbern. Streckt dyspnoëtisch den Kopf aus. Leichte Unsicherheit im Gang.

Nach 17 Min. Fällt auf die Seite, richtet sich breitbeinig auf. Krümmt sich ab und zu zusammen. Resp. 60, jeden Augenblick an Frequenz und Intensität wechselnd.

Nach 20 Min. Streckt den Kopf in die Höhe, taumelnde Unruhe, mehrfaches auf die Seite stürzen, etwas Wälzen um die Längsachse. Resp. sehr tief, 46. Kein Nystagmus. Corneae etwas behaucht.

Nach 25 Min. Geht wieder, aber breitbeinig, neues Schwanken, Füsse werden vielfach schief aufgesetzt. Dann wieder Seitenlage mit kleinen clonischen Zuckungen in den Extremitäten. Resp. 52. Kopf zittert. Zähne schlagen kurze Zeit hindurch hörbar aufeinander.

Nach 30 Min. Seitenlage. Resp. 70. Vergeblicher Versuch sich aufzurichten. Eine tonische Contraction der Nackenmuskeln, Schreckbewegung der Beine in der Seitenlage.

(Für 3 Min. herausgenommen, dabei constatirt, dass die Herzaction sehr kräftig ist, es erholt sich in den 3 Min. schon wieder so weit, dass es wieder gehen kann, aber noch höchst unsicher.)

Nach 33 Min. Wieder in den Kasten zurückgebracht. Sofort wieder in Seitenlage. Erneutes Wälzen um die Längsachse, klonische Convulsionen der Beine, fibrilläre zitternde Contractionen in den Muskeln des linken Arms. Resp. 36, ziemlich tief.

Nach 38 Min. Liegt ruhig in Seitenlage. Ab und zu klonische Convulsionen in den Beinen, die immer häufiger werden. Einmal Niessen Schnellende (sprungartige) Bewegungen des Hinterthiers mit grosser Kraft trotz der Seitenlage. Resp. 22.

Nach 44 Min. Seitenlage wie bisher, aber keine Convulsionen mehr. Thier sehr ruhig. Resp. mittelstark 20.

Nach 46 Min. Corneae etwas stärker opalescirend. Resp. 18, schwach.

Nach 50 Min. Resp. 5, in grossen Pausen, mittelkräftig.

Nach 60 Min. Resp. 6, ziemlich regelmässig, mittelkräftig, unter Maulaufsperren. Keine Spur von Extremitätenbewegung. Harnsecretion.

Nach 75 Min. Resp. 8. Stellung und Befinden unverändert.

Nach 90 Min. Todt. Resp. war immer schwächer geworden.

Section ($1\frac{1}{2}$ h post mortem).

Trachea wenig injicirt. Trachea, Bronchien und Lunge von blutigem Oedem gefüllt. In der Lunge punktförmige Blutaustritte, Randemphysem und mässiges Oedem.

Uebrige Organe normal. Corneae eine Spur opalescirend

Versuch XI 27. I. 87.

Versuchsthiere: 1 Katze (12), schon in Versuch vom 19. I., 21. I., 26. I. verwendet.

1 Kaninchen (11), schon in Versuch vom 21. I., 26. I. verwendet.

Gehalt der Kastenluft. An H_2S: 3,25 ‰.

Versuchsdauer für das Kaninchen (11) $1\frac{1}{2}$—2 Min., Katze (12) 10 Min.

Katze (12). Erste Minuten geringe Symptome, dann Umstürzen.

Nach 4 Min. Liegt auf der Seite mit schwacher Speichelsecretion. Starke Dyspnoe. Klonische und tonische Zuckungen in den Extremitäten.

Nach 7 Min. Das auf der Seite liegende Thier zeigt ein sehr starkes fibrilläres Zittern in der gesammten Hautmuskulatur von den Ohren bis zu den Schenkeln. Ab und zu hebt sich der Unterleib gewaltig, offenbar durch starke Contractionen und Aufblähung der Därme.

Nach 10 Min. Tod ohne Streckkrampf.[1]

Noch 4 Min. lang sind stärkere und schwächere peristalt. Darmbewegungen durch die Bauchhaut zu sehen. Dann herausgenommen.

Section der Katze (12) (30 Min. post mortem).

Eine kleine Zahnfleischblutung durch Verletzung durch die eigenen Zähne. Im Larynx etwas schaumige Flüssigkeit und ein erbsengrosses Blutcoagulum (kaum Todesursache). Trachea blass, leer. Lunge hyperaemisch ohne makroskopische Blutaustritte. Hochgradiges Emphysem (bei dem alten Thier wohl nur zum kleineren Theil auf die Versuche zurückführbar). Magen voll Speisen, Schleimhaut blass. Sonstige innere Organe normal.

1) Auffallende Widerstandsfähigkeit (!) vergl. S. 187.

Kaninchen (11). Sinkt sofort nach dem Verbringen in den Kasten zusammen, nachdem es einen Augenblick mit zurückgeworfenem Kopf dyspnoëtisch geathmet. Fibrilläre Zuckungen in der Körpermuskulatur in grosser Ausdehnung Tiefe langsame Respiration in Seitenlage. Um das Thier nicht sterben zu lassen, wird es nach 2½ Min. herausgenommen.

Herausgenommen, zeigt das Thier, auf der Seite liegend, prachtvollen doppelseitigen Nystagmus horizontalis, vollständige Lähmung der Willkürbewegung. Nach 3 Minuten versucht es zu gehen, nach 10 Min. ziemlich normal.

Uebersichtstabelle I.

Katzen.

Versuchsnummer	Schwefelwasserstoffgehalt in ‰	Thiernummer	Dauer h	Dauer Min.	Symptome während des Versuchs	Schicksal des Thiers nach dem Versuch event. Sectionsbefund
I	0,13	(1)	8	—	Keine deutlichen Symptome. Thier ruhig; minimale, längere Zeit dauernde Speichelsecretion	Wohl.
II	0,14	(2)	10	—	Wie in Versuch I, Resp. sinkt erst bis auf 10, steigt dann wieder bis 17. Spur Nasensecretion, ab und zu Andeutung von Husten.	Wohl.
III	0,21	(3)	8		Während des ganzen Versuchs Schlafstellung, Resp. meist ziemlich langsam, meist zwischen 12 und 15 schwankend, gegen Ende des Versuchs schwache Speichelsecretion. Beim Herausnehmen macht das Thier einen halb narkotisierten Eindruck, geht mühsam.	Erholt sich rasch.
III	0,21	(4)	8	—	Erste 3 h normal, dann Schlafstellung, Resp. wie (3). Halb narkotisirter Eindruck. Keine Secretionen.	Erholt sich rasch.
IV	0,36	(5)	3	30	Sofort schläfrige Seitenlage. Resp. sinkt bis 8. Schwache zähe Speichelsecretion.	Erholt sich rasch.
VI	0,49	(6)	2	40	Wie (5), aber kein Speichelfluss.	Frisst kurz nach dem Herausnehmen. In einigen Stunden ist auch der schwankende Gang verschwunden und die Erholung vollständig.
VI	0,49	(7)	2	40	Nach ¼ h beginnt schläfriges Wesen. Nach 2 h Erbrechen zweimal wiederholt, sonst wie (6).	Erholung etwa wie (6).

Katzen

Versuchs-nummer	Schwefelwasser-stoffgehalt in ‰	Thiernummer	Dauer h	Dauer Min.	Symptome während des Versuchs	Schicksal des Thiers nach dem Versuch event. Sectionsbefund
VII	0,72	(8)	5	30	Unter forcirter Exspiration, Niessen nnd Speichelfluss sinkt die Resp auf 9 im Laufe 1 h, in der 2. h nimmt sie Bauchlage an, anhaltende Speichelsecretion. Nach 4 h kaum mehr im Stande zu stehen. In der 5. h nimmt Resp. auf 56 zu. Liegt auf dem Bauch, Aufrichteversnche scheitern, Tod unter unruhigem Hin- nnd Herwerfen, ohne eigentlichen Krampf.	Tracheal- und Lungenhyperaemie. Starkes Lungenoedem. Pleuratranssudat, perivasculäre Lymphräume des Thorax stark gefüllt.
VIII	0,71	(9)	4	15	Schlafstellung fast von Anfang an, nach 3 h ist Aufrichten nicht mehr recht möglich. Resp. anfangs langsam 14—10, später 26—17. Nach $4^1/_4$ h reflexlos, schwach athmend herausgenommen, Herzschwäche.	Nach 17 Min. Herzschlag wieder fühlbar, nach 40 Min. Aufrichten möglich Nach 4 h noch nicht vollkommen erholt. Am folgenden Tag munter.
VIII	0,71	(10)	8	09	Thier widersteht dem Gas etwas besser als (9). Andanernde Seitenlage erst nach $4^1/_2$ h. Nach $5^1/_4$ h Eindruck von Benommenheit, Reflexe geschwächt. Nach $6^1/_4$ h Würgen, nach $6^1/_2$ h beginnt anhaltender Speichelfluss. Nach $6^3/_4$ h richtet sie sich nochmals auf, liegt aber dann den Rest des Versnchs, jammernd sich hin- und herwerfend, tief und langsam respirirend, da. Nach dem Herausnehmen zeigen sich die Cornëae stark angeätzt, eitrig schleimiges Secret. Allmälig stockt die Resp., nach 15 Min. Tod.	Sectionsbefund etwa wie (8).
IX	0,76	(11)	1	49	Anfangs wechselt Unruhe mit Schläfrigkeit. Resp. anfangs 24, sinkt nach 1 h auf 8 Nach 1 h 40 Min plötzlich lebhafte Unruhe unter etwas Schwanken. Resp. steigt rapid auf 40, 130, ja 150, dabei maximale Pupillenerweiterung und Harnsecretion. Herausgenommen.	Rasch geht in der frischen Luft die Resp. frequent zurück, nach 7 Min 84, nach 60 Min. 33, Erholung aber erst nach einigen Stunden.
XI	3,25	(12)	0	10	Das Thier geht unter Convulsionen, fibrillären Zuckungen und heftiger Dyspnoë in 10 Min. zu Grunde Starke Darmperistaltik.	Section: Etwas schaumige Flüssigkeit und ein kleiner Blutcoagulum von eiuer Zahnfleischverletzung herrührend im Kehlkopf, sonst nichts.

Uebersichtstabelle II.

Kaninchen.

Versuchsnummer	Schwefelwasserstoffgehalt in ‰	Thiernummer	Dauer h	Dauer Min.	Symptome während des Versuchs	Schicksal des Thiers nach dem Versuch event. Sectionsbefund
I	0,13	(1)	8	—	Keine wahrnehmbaren Reizerscheinungen. Resp. sinkt erst von 46 bis auf 14, steigt gegen Ende des Versuchs wieder auf 55—65, wird dabei flach und etwas angestrengt.	Nach dem Herausnehmen wohl.
II	0,14	(2)	10	—	Wie in Versuch I, nur steigt die Resp. nach der anfänglichen Verlangsamung bis auf 12, nicht höher als bis 30–32. Ab nnd zu Andeutungen von Husten. Gang normal	Thier scheint nicht wesentlich geschädigt, wird den andern Tag von der Katze angefressen gefunden. Todesursache unaufgeklärt.
III	0,21	(3)	8	—	Resp. sinkt bis auf 10, steigt dann unter zunehmender Dyspnoë bis 40. Sonst keine nennenswerthen Störungen.	Rasch wieder normal.
IV	0,36	(4)	3	30	Resp. sinkt erst von 63 auf 14, steigt dann wieder auf 26. Gegen Ende etwas Dyspnoë.	Rasch wieder normal.
V	0,47	(5)	6	15	Resp. sinkt erst von 50 auf 16, steigt dann wieder mässig (33, 27, 23). In der letzten Stunde kommt zu der zunehmenden Dyspnoë mehrfach das Bestreben, sich aufzurichten, auf das ein Umstürzen folgt. Tod unter Convulsionen.	Section: Tracheal u. Lungenhyperaemie hohen Grades Lungenoedem.
VI	0,45	(6)	2	40	Erste 2 h ruhig. Resp. wie in den obigen Versuchen. Dann krampfhaftes Aufrichten durch tonische Krämpfe der Vorderbeine, die letzte halbe Stunde mit kurzen Unterbrechungen fortwährende Folgen klonischer u. tetanischer Krämpfe, dabei auch Nystagmus.	Erholung des schwer kranken Thiers sehr langsam, nach ½ h kann es noch nicht gehen u. nach 30 h ein Anfassen löst eine Serie von Wälzbewegnngen nnd Nystagmus aus.
VII	0,75	(7)	4	25	Resp. schwankt unregelmässig. Thier sinkt, nachdem schon nach 40 Min deutliche Dyspnoë begonnen hat, nach 4 h unter einigem Schwanken auf die Seite. Tod nach starker Dyspnoë und einigen tonischen Zuckungen im Opisthotonus.	Section: Lungen- nnd Trachealhyperaemie. Schaumiger reichlicher Trachealinhalt und starkes Lungenoedem.

Kaninchen.

Versuchsnummer	Schwefelwasserstoffgehalt in ‰	Thiernummer	Dauer h	Dauer Min.	Symptome während des Versuchs	Schicksal des Thiers nach dem Versuch event. Sectionsbefund
VIII	0,71	(8)	3	50	Resp. sinkt anfangs von 37 bis 18, später bis 8. Steigt später wieder auf 30—34, um vor dem Tode auf 6 zu sinken. Nach $2^1/_2$ h deutliche Dyspnoë, nach 3 h 10 Min. ein Anfall von Wälzbewegungen. Dann liegt das Thier wieder ruhig da. Convulsionen nur angedeutet, Tod ohne Krampf 5 Min. nach dem Herausnehmen.	Section wie (7).
IX	0,76	(9)	—	10	Schon nach 2 Min. beginnen Wälzbewegungen. Nystagmus. Nach 10 Min. heraus, Resp. frequent. Unvermögend sich aufzurichten, Zuckungen in den Extremitäten.	Im Laufe einer Stunde erholt.
X	1,3	(10)	—	3	Ganz ähnlich wie Kaninchen (9).	Erholt sich rasch.
XI	3,25	(11)	—	2½	Sinkt sofort zusammen, nachdem es einen Augenblick dyspnoëtisch geathmet. Resp. tief, langsam. Nach dem Herausnehmen Willkürbewegung aufgehoben. Nystagmus.	Nach 3 Min versucht es zu gehen, nach 10 Min ziemlich normal.

5. Schlüsse aus den Thierversuchen.

Die Protokolle ergeben ein klares Bild über die Symptome der Schwefelwasserstoffvergiftung (immer in erster Linie bei schwachen Dosen), namentlich scheinen mir folgende Punkte von Interesse.

Wirkung auf das Allgemeinbefinden.

Alle Thiere — deutlich die Katzen, oft sehr undeutlich die Kaninchen — verrathen leichte Zeichen einer reizenden Wirkung des Schwefelwasserstoffgases. Etwas Unruhe beim Hineinsetzen, etwas Niessen, Zukneifen der Augen u. s. f. schien verbunden mit den noch zu erwähnenden objectiven Zeichen (Secretionen) eine schwache Reizwirkung schon der schwächsten Dosen (0,13 ‰) darzuthun.

Daneben machte sich aber ausnahmslos eine narkotische Wirkung auf das Nervensystem geltend, die sich bei den Thieren

durch träges Daliegen, Schwanken, dann durch Mattigkeit, später durch lähmungsartige Schwäche, schliesslich durch Reflexlosigkeit äusserte. Geht die Wirkung noch weiter, so kommt es unter Lähmung der Respirationsthätigkeit zum Tode. Der Tod erfolgte bei den Katzen in tiefem Sopor unter unruhigem Hin- und Herwerfen, meist ohne eigentliche ausgeprägte Erstickungskrämpfe, wenn der Versuch bei mässiger Dosis längere Zeit gedauert hat, so Katze (8) 5 ½ Stunden bei 0,72 ‰, Katze (10) 8 St. 9 Min. bei 0,71 ‰; bei den Kaninchen, die gegen Schwefelwasserstoff überhaupt empfindlicher sind, waren aber gewöhnlich typische, klonische und tonische Krämpfe, von starker Dyspnoe begleitet, die Vorläufer des Todes, der zuweilen im Opisthotonus erfolgte: Kaninchen (6) 2 St. 40 Min. bei 0,45 ‰, Kaninchen (7) 4 St. 25 Min. bei 0,75 ‰. Bei Kaninchen (8) 3 St. 50 Min. bei 0,71 ‰ verliefen allerdings nach einem ersten Anfalle von Wälzbewegungen 40 Minuten, in denen das Thier ziemlich ruhig dalag, bis zum Tode. In allen diesen Versuchen ist aber der Tod nicht allein auf die Lähmung des Centralnervensystems, auf Blutveränderungen oder dergl. zurückzuführen, sondern es sind gleich zu besprechende greifbare Lungenveränderungen da, die mindestens sehr zur Beschleunigung des Endes beitragen. Reiner kommt in den ganz akuten Vergiftungsversuchen die cerebrale Wirkung zur Geltung (Dosen von 1—3 ‰), wie ich sie nur wenig anwendete (s. Nachtrag), weil solche Versuche in der Literatur schon reichlich vorhanden sind und der hygienische Werth weiterer nicht einzusehen war. Es tritt dabei ein sofortiges Zusammensinken, klonische, tonische und tetanische Krämpfe, Wälzbewegungen, Nystagmus (also wohl Schwindelempfindungen), dann Lähmung ein; nimmt man die Thiere nach wenigen Minuten heraus, so findet eine Erholung ziemlich rasch (im Verlauf höchstens einer Stunde) statt, andernfalls folgt rasch der Tod, der deutlich lehrt, dass auch ohne Lungenveränderungen der Schwefelwasserstoff tödten kann. [1]) Es sind dies Versuche, die ganz an die Erkrankungen

1) In Versuch III des Nachtrags genügten schon 2 Minuten bei 1,88 ‰, um starkes Lungenödem hervorzubringen, sonst wurde dasselbe bei den akutesten Todesfällen meist vermisst.

der Arbeiter erinnern, die in eine schwefelwasserstoffreiche Atmosphäre gelangen. Im einzelnen zeigten sich auch bei den Thierversuchen eine Reihe unerklärlicher Differenzen, wie wir sie gerade so bei den von der Literatur berichteten Vergiftungsfällen am Menschen beobachten. (Vergl. Abschnitt 7 S. 176).

Es ist schon erwähnt, dass die Thiere leichte Reizsymptome zeigten. Objectiv war meist Speichelsecretion bei den Katzen zu sehen, einmal etwas Nasensecretion. Kwilecki beobachtete auch mehrfach Thränensecretion an Katzen, die bei seinen Selbstversuchen anwesend waren.

Die Augen wurden meist vorwiegend geschützt durch die Lider, nur bei Katze (10) wurde nach achtstündiger Einwirkung von 0,71 ‰ eine deutliche Trübung der Cornea und ein Bindehautkatarrh gesehen, wie sie bei meinen früheren Versuchen mit den ätzenden Gasen häufig war.

Besonderes Interesse beanspruchte auch bei den Versuchen mit Schwefelwasserstoff die Respiration und die Respirationsorgane. Fast absolut regelmässig trat nach kürzerer Zeit eine beträchtliche Respirationsverlangsamung ein, die offenbar reflectorischer Natur und durch die reizende Wirkung des Schwefelwasserstoffs, daneben aber vielleicht gleichzeitig durch die narkotische cerebrale Wirkung desselben bedingt war. Hieraufolgt fast immer[1]) unter sichtbarer steigender Dyspnoe eine Beschleunigung der Respiration, die in einigen Fällen hohe Grade erreicht; dieselbe ist, wie ich glaube, als Wirkung des zunehmenden Lungenödems aufzufassen, das bei allen Sectionen von Thieren, die einige Stunden in der Schwefelwasserstoffatmosphäre verweilten, gefunden wurde. Ich kann leider über die directe Ursache dieses Oedems nichts sagen, als was ich Bd. VII. S. 275 über den gleichen Umstand bei den Chlor- und Bromversuchen aussprach, ich kann auch hier keinen Grund sehen, der mich hinderte, ein entzündliches Oedem nach Sahli anzunehmen. Die

1) Katze (10) starb unter genau den gleichen Symptomen und mit gleichen pathologisch anatomischen Veränderungen wie sie sonst beobachtet waren, doch fehlte jede Respirationsbeschleunigung im zweiten Theil des Versuchs. Aehnlich verhielt sich Kaninchen (5).

Lungen waren stets voluminös, meist diffus dunkelroth mit vereinzelt punktförmigen Blutaustritten, die Oedemflüssigkeit sehr reichlich, öfters lief zu Lebzeiten röthliche Flüssigkeit aus dem Munde. Randemphysem fehlte selten ganz und war zuweilen hochgradig. Neben dem Lungenödem waren meist auch wässerige Pleuraergüsse vorhanden, ja, bei Katze (8) war eine höchst auffallende Anfüllung der perivasculären Lymphräume um die grossen Brustgefässe zu constatiren; ob das von der Lunge abgeführte Lymphe war?

Es unterliegt mir gar keinem Zweifel, dass die Dyspnoe, die Unruhe und endlich der Tod der Versuchsthiere wesentlich von diesem Lungenödem mitbedingt waren. Dieses Oedem scheint in der grossen Mehrzahl der bisherigen Thierversuche nicht beobachtet worden zu sein, wohl weil meist zu grosse Dosen des Gases angewendet wurden, die unter apoplectiform oder epileptiform-comatösen Symptomen sehr rasch tödteten. Eine Erwähnung des Oedems finde ich bei Hasselt-Henkel S. 393, die als Erklärung für die Thatsache, dass sich die Lippen mit Schaum bedecken, in einer Anmerkung sagen »wahrscheinlich in Folge des starken Speichel- und Bronchialflusses, welche dieses Gas auch bei der Application auf anderen als den Respirationswegen bewirkt«. Die als Quelle citirte Arbeit von Fabius »Specimen medicum Groningae 1850« blieb mir unzugänglich. [1])

Eulenbergs Thiere starben zu rasch, als dass er mehr wie sehr starken Blutgehalt, und beim Einschneiden reichlichen weissen oder röthlich gefärbten Schaum hätte beobachten können.

---

1) In einer wenig Neues bringenden Berliner Dissertation von Emil Kossatz· »Ueber Intoxication mit Senkgrubengasen« heisst es — ohne Quellenangabe — unter den Symptomen der H_2S Vergiftung: Das Parencbym der Lunge ist meist dunkelblau oder dunkelbraun gefärbt, auf der Schnittfläche tritt dunkelrothes oder dunkelbraunes Blut, sowie ein reicblicher weisslich oder röthlich gefärbter Schaum aus, welcher nicht selten bis zur Trachea und zum Larynx dringt. — Die Lungensymptome, die er an dem einen der beiden von ihm gesehenen Fälle von Kloakengasvergiftung beobachtete — am zweiten Tag verbreitete Rasselgeräusch und Schurren über der ganzen Lunge; Beimischung von etwas frischem Blut zum Sputum — gingen rasch vorüber, und sind nicht ohne weiters erklärbar.

(Eulenberg, a. a. O. S. 279). Aehnlich schildert Demarquay bei Injection von Schwefelwasserstoffwasser die Lungenveränderungen, nur hat er auch ausgesprochene Entzündung der Bronchien und der Trachea beobachtet.

Ab und zu trat nach einigen Stunden Aufenthalt in der Gaskammer bei Katzen Defaecation, etwas seltener Würgen oder Erbrechen ein. (Versuch VI. Katze 7 erbricht sogar zweimal.)

Zweimal hatte ich Gelegenheit, 2 Thiere im gleichen Gasgemisch zu vergleichen, von denen eines ganz frisch war, das andere schon mehrmals im Schwefelwasserstoff verweilt hatte. Beide Male erwies sich das frische Thier als widerstandsfähiger (Katze 3, 4, 9 und 10.) Weitergehende Schlüsse ziehe ich vorläufig daraus nicht.

Zu weiteren Bemerkungen geben weder die Beobachtungen am lebenden noch am todten Thiere Anlass — ich resumire kurz: die Schwefelwasserstoffwirkung ist bei grossen Dosen nach kurzer Erregung eine cerebral lähmende; bei mittleren Dosen, etwa zwischen 0,4 und 1‰, kommt daneben eine lokal reizende Wirkung auf die Schleimhäute, namentlich auf den Respirationstractus zur Wirkung, das Lungenoedem ist in diesen Fällen stets am Tode hervorragend mitbetheiligt.

Ueber die Herzthätigkeit konnte ich meiner Untersuchungsanordnung gemäss leider keine eingehenden Studien machen, das Herz wird von den Autoren meist als ultimum moriens angegeben. Spectroskopische Bluntersuchungen sind keine vorgenommen, da frühere Autoren übereinstimmeud uichts wesentliches dabei zu entdecken vermochten.

Die Erholung meiner Thiere selbst von sehr starken Vergiftungen erfolgte meist rascher, als ich nach den zahlreichen Schilderungen der Litteratur von der langsamen Reconvalescenz erkrankter Canalarbeiter erwartete. Es mag dazu beitragen, dass meine Thiere fast stets nur mit sehr schwachen Dosen vergiftet wurden, und meist herausgenommen wurden, sobald sich bedrohliche Symptome einstellten. Doch habe ich in dem Kaninchen (5) wenigstens ein schönes Bild langsamer Reconvalescenz, das sehr gut den Erfahrungen am Menschen entspricht.

6. Versuche am Menschen.

Nach Beendigung der Thierversuche hatte ich sofort die Absicht, Versuche am Menschen anzustellen, aber erst im Frühling 1889 erhielt ich hierzu Gelegenheit. Ich veranlasste Herrn Kwilecki zu einer grösseren Reihe von Versuchen an sich, wobei vorsichtig mit Dosen von etwa 0,1 ‰ begonnen werden sollte, von denen keine ernstere Wirkung zu erwarten war. Die Methode war in Gemässheit der Seite 143 u. f. geschilderten Vorversuche die folgende: Herr Kwilecki begab sich in die 29 cbm grosse Kammer (Waschküche) und entwickelte darin an 2—3 möglichst weit von einander entfernten Stellen durch schwaches Erwärmen einer Mischung von Eisensulfid mit reiner verdünnter Schwefelsäure, Schwefelwasserstoff, den er sorgfältig mit einem grossen Fächer in der Luft vertheilte.

Die Bestimmung des Schwefelwasserstoffs geschah nach der S. 144 beschriebenen Methode durch Durchsaugen der Schwefelwasserstoffhaltigen Luft durch Jodjodkaliumlösung. Die Titrirungen habe ich fast alle selbst gemacht.

Soweit es möglich war, wurde — allerdings allein nach Maassgabe des subjectiven Gefühls — der Gasgehalt des Raums bei jedem Versuch während seiner ganzen Dauer constant gehalten und das eine Mal ein schwacher, ein anderes Mal ein starker Procentgehalt herzustellen versucht. Es liegt auf der Hand, dass in Wirklichkeit der Gehalt in dem Raum bei geschlossenen Thüren mässiger Ritzenventilation und nach subjektivem Ermessen vorgenommener Schwefelwasserstoffentwickelung kein ganz constanter sein konnte. Leider wurde nicht der Gehalt während der einzelnen Theile des Versuchs, sondern nur der Durchschnittsgehalt bestimmt. Immerhin halte ich die Versuche für wohl geeignet, eine werthvolle Ergänzung der Thierversuche zu bilden. An den Thieren, die Kwilecki regelmässig mit sich in den Versuchsraum nahm, wurde wenig bemerkenswerthes beobachtet, was ich nicht auch schon in meinen oben beschriebenen Thierversuchen gesehen hätte, ich übergehe sie daher hier. Werthvoller ist es, dass verschiedene andere Personen sich häufig an den Versuchen be-

theiligten, die im wesentlichen wie er, nur meist empfindlicher reagirten.

Herr Kwilecki ist ein stämmiger, wohlgenährter junger Mann unter Mittelgrösse, mit Neigung zur Corpulenz. Er war, als die Versuche begannen, vollkommen gesund, von etwas erregbarer Psyche, er lebte während der Experimente vollkommen regelmässig. Die Hauptresultate seiner Versuche sind in der folgenden Uebersicht zusammengestellt.

Uebersicht über Kwilecki's Versuche an sich selbst.

Die römischen Versuchsnummern beziehen sich auf die Ordnung der Versuche nach steigenden Concentrationen des verwendeten Schwefelwasserstoffs. Die arabischen Versuchsnummern bezeichnen die zeitliche Aufeinanderfolge der Versuche.

Versuchsnummer	Gehalt an SH_2 in ‰	Versuchsdauer h	Versuchsdauer Min.	Symptome während des Versuchs in der Reihenfolge des Auftretens	Symptome nach dem Versuch
I (1)	0,1 bis 0,15	1	—	Nach 18 Min Nasen-, Rachen- und Kehlkopfschleimhaut gereizt, bald darauf Conjunctivalreizung und Thränen. Die Symptome steigern sich ziemlich bedeutend bis zum Schluss, auch Husten tritt hinzu	Reizzustände halten einige Zeit an.
II (6)	0,145	3	56	Das Protokoll berichtet nur von schon nach wenigen Minuten ausbrechendem Kopfschmerz; erst ganz am Schluss des Versuchs wird von einer Reizung an der Bifurcation berichtet.	Nach Schluss des Versuches stellt sich Conjunctivitis catarrhalis, sehr starker Nasenkatarrh, und ganz bedeutender Stirnkopfschmerz ein; alle drei Erscheinungen halten ungefähr 2 Stunden an. Des Abends ca. 8½ Uhr während eines Aufenthalts im Kaffeehaus, tritt plötzlich starkes Augenthränen in äusserst schmerzhaften Anfällen auf, die durch Eisüberschläge etwas coupirt werden. Die Nacht ist gestört durch Kopfschmerzen.
III (7)	0,21	1	—	Reizung der Rachenschleimhaut nach 5 Min., der Conjunctiva, der Nasenschleimhaut, des Larynx nach 26 bis 35 Min. Gegen Ende des Versuchs linksseitiger Kopfschmerz.	Kopfweh und die katarrhalischen Reizzustände halten noch einige Stunden nach Schluss des Versuches an.

Versuchsnummer	Gehalt an SH_2 in ‰	Versuchsdauer h	Min.	Symptome während des Versuchs in der Reihenfolge des Auftretens	Symptome nach dem Versuch
IVa (9a)	0,25	3	4	Schon sehr bald leichter Kopfschmerz, der im Verlauf des Versuchs keine nennenswerthen Veränderungen erleidet. Die Reizwirkung auf die Schleimhäute führt zu deutlicher entzündlicher Schwellung der Conjunctiva.	Die Störungen sind nach 2 ⅓ h Aufenthalt im Freien so ziemlich verschwunden, hierauf beginnt sofort Versuch IV b.
IVb (9b)	0,21	2	38	Nach 1 h dumpfer Kopfschmerz, nach 2 h stechender Schmerz in den Augen, später auch in der Nase. Gegen Ende des Versuches starke schneidende Kopfschmerzen. Beim Heraustreten in die frische Luft starke Thränensecretion.	3 ½ h später auf einem Abendspaziergang in den Anlagen (8 ½ Uhr) tritt wiederum profuse Thränensecretion und heftiger Kopfschmerz auf; heftigste brennende und beissende Schmerzen in den Augen. In der folgenden Nacht ist der Schlaf gestört, am nächsten Morgen wieder Augenthränen, Kopfschmerz, gestörte Sehschärfe, Mattigkeit, Abgeschlagenheit. Die Symptome halten den ganzen Tag und den folgenden an. Am nächsten Tag werden Mattigkeit und Sehschärfe besser, erst am folgenden Tag sind alle diese Symptome verschwunden. Stimmung gereizt, Aussehen etwas blass, Ziehende Schmerzen unbekannter Natur in der Supraclaviculargegend. (Oh Beziehung zu H_2S?)
V (3)	0,261	—	46	Nach 16 h Trachealreiz hier auf Beissen der Nase, endlich vor Verlassen des Raumes Augenschmerzen, Thränen der Augen.	Nichts bemerkt über Symptome nach dem Verlassen des Raums.
VI (5)	0,326	2	25	Nach 45 Min. Kitzeln im Rachen, dann in der Trachea. Nach 1 h 45 Min. heftiger Stirnkopfschmerz und drückende Schmerzen in den Augen.	Wie in Versuch V.
VII (2)	0,331	-	53	Im Versuch werden nur zunehmende Reizsymptome von Seite der Nase, des Rachens, der Trachea und namentlich auch der Augen beobachtet.	10 Min. nach dem Versuch tritt Kopfweh auf.

Versuchs-nummer	Gehalt an S H₂ in ‰	Versuchs-dauer h	Min.	Symptome während des Versuchs in der Reihenfolge des Anftretens	Symtome nach dem Versnch
VIII (8)	0,531	–	40	Schon nach 6 Min. Trachealreiz, nach 11 Min. Augenheiesen, nach 14 Min. Augen- und Nasenkatarrh, nach 38 Min. Kopfschmerz.	Der Kopfschmerz nimmt nach dem Verlassen des Raums noch etwas an Ausdehnung zu.
IX (4)	0,575	3	19	Schon nach 4 Min. Nasenbeissen, nach 14 Min. Augenbeisseen, nach 35 Min. besteht starker Augen- nnd Nasenkatarrh, der während des ganzen Versuchs anhält. Nach 2 h 41 Min. beginnt leichter Kopfschmerz, der bis znm Schlnss des Versnches anhält. Der Versnch wird abgebrochen, weil hochgradige Blässe, Zittern, Benommenheit des Sensoriums einen Grad der Vergiftnng anzeigen, der weit über das beabsichtigte Maass hinansgeht.	Die Symptome des Angenkatarrhs nehmen unter lebhaften Schmerzen noch zu. An zwei Fingern wird ein roseolaartiges Exanthem beobachtet. Ueber die Dauer der Nachkrankheit fehlen Angahen.

In jedem Versuche beobachtete Kwilecki als erstes Symptom meist nach wenigen Minuten „kalten Schweiss", der deshalb nicht jedesmal besonders erwähnt ist, ebenso fiel ihm auf, dass nach den Versuchen regelmässig der Koth schwarzgrün gefärbt war — was er analog der Färbung, die man nach dem Gebrauche von Schwefelquellen beobachtet, auf Schwefeleisen zu schieben geneigt war. Ich habe diese letztere Färbung nie controlliren können, enthalte mich daher eines Urtheils — der „kalte Schweiss" fehlte bei mir und den 4 anderen Personen, die gelegentlich an den Versuchen theilnahmen, stets, einen Grund dafür kann ich nicht angeben. — Auffallend ist, dass Kwilecki's Aufzeichnungen die Symptome von Schleimhautreizung bald vor, bald nach dem Auftreten von Kopfweh angegeben, ich beobachtete an mir stets schon die ausgeprägtesten und schmerzhaftesten Erscheinungen von Reizung der Nasen- und Augenbindehaut, ehe auch nur eine Andeutung von Kopfweh auftrat. Allerdings besitze ich

überhaupt reizbare Schleimhäute und litt zur Zeit der Versuche an meinem alljährlichen „Heufieber"anfall, so dass ich nie länger als etwa 20 Minuten im Raum verweilte. Bei den genaueren Studium von Kwilecki's Versuchen drängt sich mir eine auffallende Beobachtuug auf. Ordnet man die Versuche nicht nach den römischen Ziffern d. h. nach steigenden Concentrationen von Schwefelwasserstoff, sondern nach den arabischeu Ziffern d. h. nach dem Datum, so findet man, dass in den je circa eine Stunde dauernden Versuchen 1 2 3 (I. VII. V.) kein Kopfweh angegeben ist, dass aber von Versuch 4 (IX) ab, bei dem sehr lange eine maximale — nicht unbedenkliche — Dosis Schwefelwasserstoff eingeathmet wurde, die Angabe, Kopfweh, nie mehr fehlt, d. h. es scheint, als ob nach der starken Schwefelwasserstoffvergiftung eine erhöhte Empfindlichkeit des Gehirns gegen dieses Gas übrig geblieben wäre.

Im November 1890 controllirte ich diese Ergebnisse, in einigen kürzeren Versuchen, die ich an mir, einem Praktikanten Herrn Z. und meinem Diener W. anstellte. Dieselhen ergaben, dass die Methode des Herrn Kwilecki nicht absolut einwandfrei gewesen war, dass der Luftstrom zwar seinen Schwefelwasserstoff in der Jodlösung verliert, dabei aber etwas Joddampf mit wegnimmt, wodurch die Resultate des Herrn Kwilecki etwas zu hoch wurden. Ich schaltete daher hinter der Jodlösung noch zwei Péligot'sche Röhren mit Jodkaliumlösung ein, von denen sich die erste allmählich deutlich, die andere nur andeutungsweise braun färbte.

Meine Versuche ergaben, dass in einer Stunde Dosen von 0,02—0,04‰ noch keine Reizsymptome hervorbrachten.

0,07—0,09 brachte schon leichtes Beissen im Rachen und schwaches Augenbeissen hervor.

Aehnlich wirkte ein Versuch mit 0,14—0,15‰, dagegen trat bei einem anderen Versuch bei 0,12—0,13‰ deutliches unangenehmes Augen- und Rachenbeissen ziemlich rasch ein.

In einem Versuch mit 0,21—0,28‰ Gehalt genügten 5 bis 8 Minuten schon, um starkes quälendes Beissen der Nasen- und Rachenschleimhaut auszulösen und ein Aufenthalt von ½ Stunde

12*

wurde sehr unangenehm empfunden. Die 3 Personen reagirten etwa gleich empfindlich, am raschesten pflegte das Augenbeissen bei dem Diener aufzutreten.

Auch diese Versuche genügten mir noch nicht ganz.

Ich habe sie deshalb nochmals von Herrn Greulich im verflossenen Sommer wiederholen lassen und dabei Sorge getragen, alle erkannten Fehlerquellen zu vermeiden. Ich liess ihn die Luft durch 20 ccm 1/40 Normaljodlösung saugen und, um jeden Jodverlust zu vermeiden, an die Jodvorlage eine zweite anschliessen, die mit 5 ccm 1/40 Normalnatriumthiosulfat gefüllt war. Nach dem Versuch wurde der Inhalt der beiden Röhren gemischt, hierauf titrirt und die Rechnung so geführt, als ob 15 ccm 1/40 Normaljodlösung vorgelegt gewesen wären. Statt der bisher verwendeten Aspiratoren, die aus grossen ca. 12 Liter enthaltenden Glasflaschen, Gummistöpseln, Glasröhren und Schläuchen bestanden und, wie ich mich überzeugen musste, in der Sicherheit des Functionirens, namentlich wenn der Luftstrom langsam gewählt wurde, mehrfach zu wünschen übrig liessen, kam ein Apparat zur Verwendung, den Rosenthal als Kohlensäurebestimmungsapparat construirte. Ich hatte denselben vergangenes Jahr beim internationalen Congresse in Berlin auf der Ausstellung kennen gelernt, geliefert wurde er von Herrn Rich. Hennig, Mechaniker am physiologischen Institut Erlangen. Der Apparat besteht[1]) aus zwei 1/2 Liter fassenden Glasgefässen, die durch abwechselnde Hebung und Senkung als Aspirator dienen. Ein gut gearbeiteter gläserner Dreiwegehahn gestattet die aspirirte Luft durch das Absorptionsgefäss durchzusaugen, letzteres ist von der Form eines Reagenzglases, das Eintrittsrohr des Gases ist ausgezogen, so dass nur kleine Luftblasen die Flüssigkeit in raschem Strome durchstreichen. Es wurden fortwährend während des Versuchs Luftproben damit entnommen, jede Probeentnahme dauerte etwa 1/2 Stunde, in welcher Zeit 4—6 Liter Luft durch die Absorptionsmittel streichen mussten. Bei jedem Versuch

1) Eine eingehende Beschreibung des Apparats mit Abbildung ist dieser Tage erschienen: Oscar Schulz, Münchner med. Wochenschrift Nr. 37. 1891.

konnten demnach hintereinander 2—4 Bestimmungen gemacht werden, die ein klares Bild von dem Grade der Constanz des Gasgehaltes lieferten, der auch wieder nach dem subjectiven Gefühl constant gehalten wurde. Der Apparat bewährte sich vortrefflich, er ist handlich, leicht transportabel und functionirt sehr gut.

Die Versuche ergaben so interessante Resultate und erscheinen mir bei der Sorgfalt, mit der sie angestellt wurden, so einwandfrei, dass ich die Protokolle in nur wenig gekürzter Form glaube mittheilen zu sollen. Herr Greulich ist ein vollkräftiger junger Mann von 27 Jahren von tadelloser Gesundheit, dass während der Versuche jede anderweitige Gefährdung des Wohlbefindens sorgfältig vermieden wurde, versteht sich von selbst.

Versuch I.

18. Juni 1891.
Beginn: 4 h 28 Min. Nachm.
Versuchsdauer: 52 Min.
Temperatur: 23° C.
Gehalt der Luft an H_2S: Während der ersten 27': 0,23 ‰.
» » nächsten 25': 0,21 ‰.

Beim Eintritt in den Versuchsraum: Momentane Respirationsbehinderung und prickelndes Gefühl im Larynx, verschwinden aber sogleich wieder.
Nach 13 Min.: Schwacher Reiz der Conjunctiva; sich allmählich steigernd.
» 19 » Thränen; starke Nasensecretion.
» 27 » Reichliche Thränen; Schmerz in den Augen.
» 33 » Der Schmerz in den Augen steigert sich; Lichtschen.
» 38 » Schmerz- und Druckgefühl in der Magen-Herzgrube.
» 40 » Die Augen können nur gewaltsam geöffnet werden.
» 46 » Schmerz und Secretion der Augen fast ganz verschwunden.
Nach dem Versuche:
Nach 20 Min.: Ausser leichtem Nasenkatarrh keine Beschwerden.
» 1 h 10 Min.: Nach Genuss von Bier und Schinkenbrod stellt sich ca. 15' später ein widerliches Aufstossen ein, an den Genuss von faulen Eiern erinnernd.
» 2 h: Blasentenesmus.
In der folgenden Nacht: Schmerzhafte Diarrhoe, zwei Tage dauernd.

Versuch II.

30 Juni 1891.
Beginn: 5 h 30 Min. Nachm.
Versuchsdauer: 1 h 35 Min
Temperatur: 25,2° C.

Gehalt der Luft an H_2S: In den ersten 34': 0,493 ‰.
» » nächsten 24': 0,42 ‰.
» » » 20': 0,373 ‰.
» » letzten 17': ? (konnte wegen Umschütten der Jodlösung nicht ermittelt werden).

Nach 15 Min.: Erschwerung der Respiration.
» 16 » Hustenreiz.
» 18 » Reiz der Augen und Mundschleimhaut.
» 28 » Vermehrte Nasensecretion.
» 44 » Fortwährendes Steigern der Nasensecretion.
» 1 h 15 Min.: Ausser Nasenkatarrh keine Beschwerden.
» 1 » 32 » Heftiges Jucken in den Augen.

Nach dem Versuche:

Nach 3 Min.: Bedeutende Augenschmerzen, starkes Thränen, krampfhafter Schluss der Augen; Lichtscheu; Schwellung der Lider; Röthung der Conjunctiva.
» 5 » Husten; erhöhte Augenschmerzen.
» 30 » Abnahme und Verschwinden der Augenschmerzen.

Mehrere Stunden lang: Widerlicher, specifischer Geruch aus dem Munde, Ermüdung, Abspannung, geringer Appetit am Abend; Schmerzgefühl in den Augen bei Einwirkung des Lampenlichts.

Am folgenden Morgen: Diarrhoe und Blasentenesmus.

Versuch III.

2. Juli 1891.
Beginn: 3 h 26 Min. Nachm.
Versuchsdauer: 1 h 50 Min.
Temperatur: 28,1 ° C.

Gehalt der Luft an H_2S: In den ersten 30': 0,294 ‰.
» » nächsten 31': 0,4107 ‰.
» » » 29': 0,343 ‰.
» » letzten 20': 0,2464 ‰.

Nach 38 » Schwacher Augenreiz.
» 52 » Schmerzhafte Thränensecretion; Lichtscheu; Nasenkatarrh.
» 1 h 3 Min.: Abnahme der Augenschmerzen; Zunahme des Nasenkatarrh.
» 1 » 9 » Lästige Augenschmerzen.
» 1 » 21 » Respirationserschwerung.
» 1 » 26 » Abnahme der Augenschmerzen und Secretion.
» 1 » 45 » Absolute Lichtscheu ohne Schmerzen.

Am Schlusse des Versuches: Bedeutende Injection der Conjunctiva.

Nach 15 Min.: Heftige Augenschmerzen, 2 Stunden dauernd.

In der Nacht: Störung des Schlafes durch Augenschmerzen; Lichtscheu; leichter Blasentenesmus; schmerzhafte Diarrhoe; allgemeine Mattigkeit und Erschlaffung, speciell der Extremitäten; Bronchialkatarrh.

Versuch IV.

7. Juli 1891.

Beginn: 5 h 35 Min. Nachm.

Versuchsdauer: 30 Min.

Temperatur: 21,9° C.

Gehalt der Luft an H_2S: 0,532 ‰.

Nach 10 Min.: Reizung der Conjunctiva.
» 13 » Erschwerung der Respiration.
» 15 » Nasenkatarrh.
» 17 » Respirationsbehinderung erhöht.
» 20 » Heftige Schmerzen in den Augen, Oeffnen derselben nur gewaltsam möglich: absolute Lichtscheu; starker Hustenreiz.
» 22 » Herzklopfen; Puls 108 in der Minute. Verlassen des Raumes auf 2 Minuten.
» 24 » Rückkehr in den Versuchsraum. Augenschmerzen geringer; starke Speichelsecretion.
» 30 » Heftige Augenschmerzen, Respirationserschwerung, Husten, Herzklopfen, daher definitives Verlassen des Versuchslokales: Schwindel, unsicheres Gehen, Zittern der Extremitäten (ca. 2 Stunden lang), hochgradige Mattigkeit; intracranielles Druckgefühl; Kopfschmerz, zuerst rechtseitig, dann linkseitig.

Nach dem Versuche:
Nach 5 Min.: Augenschmerzen abgenommen.
» 30 » Kein Herzklopfen mehr.
» 1 h 10 Min. Pulsfrequenz 80 in der Minute.

Am Abend: Zweimaliger leichter Schwindelanfall mit kaltem Rieseln durch den Körper, leichter aber andauernder Kopfschmerz, Mattigkeit; unruhige Nacht.

Am kommenden Morgen: Müdigkeit in den Extremitäten; intracranieller Druck; Blasentenesmus bis gegen 11 h Vormittag; Diarrhoe und Unterleibsschmerzen; Hunger- und Durstgefühl nicht beeinträchtigt.

Versuch V.

10. Juli 1891.

2 Abschnitte: a) Vormittags, b) Nachmittags. Zwischenpause: 3 Std. 45 Min.

a) Beginn: 9 h 30 Min. Vorm.

Versuchsdauer: 3 Stunden.

Temperatur: 20,2° C.

Gehalt der Luft an H_2S: In den ersten 30': 0,196 ‰.
» » nächsten 53': 0,164 ‰
» » » 47': 0,18 ‰.
» » letzten 50': 0,124 ‰.

Beim Eintritt in den Versuchsraum: Momentane Erschwerung der Respiration.

Nach 25 Min.: Stechen in der Trachea; schwacher Hustenreiz.
» 48 » Leichte Affection der Augen; Lichtscheu; Hustenreiz.
» 55 » Vermehrte Speichelsecretion für 4—5'; Lichtscheu; schwacher Reiz der Trachea.
» 1 h 25 Min. Augenreiz und Lichtscheu fast ganz verschwunden.
» 1 » 50 » Absolutes Wohlbefinden; Appetit.
» 2 » 3 » Lichtscheu mit allmählig sich steigerndem Stechen in den Augen.
» 2 » 15 » Sehen undeutlich.
» 2 » 26 » Erschwertes Athmen.
» 2 » 35 » Keinerlei Beschwerden.

Am Schlusse des Versuches: Minimaler Hustenreiz.

Nach dem Versuche:

Nach 1 Stunde: Leichter Kopfschmerz, ca 30 Minuten dauernd, Müdigkeit, Rhinitis, Bronchitis. Bis 4 Uhr ziemlich erholt, nur noch leichte Bronchitis vorhanden.

b) Beginn: 4 h 15 Min. Nachm.

Versuchsdauer: 3 h 1 Min.

Temperatur: 22,4° C.

Gehalt der Luft an H_2S: In den ersten 43': 0,11 ‰.
» » nächsten 53': 0,1 ‰.
» » » 47': 0,14 ‰
» » letzten 38': 0,12 ‰.

Nach 5 Min.: Schwaches Stechen in den Augen und der Trachea; Hustenreiz.
» 12 » Stechen in der Nase, vermehrte Secretion.
» 15 » Beginnende Lichtscheu.
» 25 » Erschwerung der Respiration.
» 29 » Brennender Schmerz in den Augen; Mattigkeit, Schlaf.
» 40 » Starker Trachealreiz; vermehrte Speichel- und Schleimsecretion.
» 1 h 20 Min.: Fortwährende starke Speichel- und Schleimabsonderung.
» 1 » 45 » Bedeutendere Reizung der Augen; linkes Auge schmerzt.
» 1 » 51 » Husten.
» 1 » 55 » Nur noch schwache Nasensecretion.
» 2 » — » Keine Reizung der Augen mehr zu fühlen.
» 2 » 05 » Keinerlei Beschwerden ausser gelindem Reize des linken Auges.
» 2 » 15 » Absolutes Wohlbefinden.
» 2 » 37 » Stechen in dem Larynx und der Trachea; Husten.
» 3 » — » Alle Beschwerden sind gewichen.

Nach dem Versuche:

Nach 1 h: Undeutliches Sehen, Schmerzen in den Augen, Lichtscheu.
» 5—7 h (in der Nacht): Plötzliches Erwachen infolge heftigster Augen- und Kopfschmerzen; fortwährendes Thränen; Oeffnen der Augen nur mit Gewalt und unter Schmerzen möglich.

Am Morgen: Kopfschmerz verschwunden, Augenschmerzen merklich geringer.
(11. VII. 91). Besuch des Laboratoriums. Untersuchung in der Augenklinik ergibt: Heftige Conjunctivitis. Fortwährende Zunahme der Conjunctivitis, heftige Schmerzen; Rhinitis; Bronchitis. Bettruhe: Die Augen bleiben stundenlang geschlossen.

Gegen Mittag: Stirnkopfschmerz; Schüttelfrost, dann bedeutende Fieberhitze; Schweiss; Mattigkeit; Schläfrigkeit ausgeprägt, Schlaf durch die Schmerzen gehindert; Appetitlosigkeit: Gegen 7 h Abends erstmaliger Genuss von Speise während des ganzen Tages; seit Vormittag: Brechreiz.

Gegen 4 h Nachm. Erste Schmerzabnahme in den Augen, doch bleiben sie geschlossen; Bronchitis und Rhinitis gleich stark.

Nach 7 h Abends: Vermehrtes Hunger- und Durstgefühl; Verschwinden der Kopfschmerzen; Verlassen des Bettes.

Von 9 h Abends ab: Gleichmässiger, erquickender Schlaf.

Am folgenden Morgen: Röthung der Conjunctiva; unbedeutendes Stechen in
(12. VII. 91). den Augen; Abnahme der Bronchitis und Rhinitis, letztere verliert sich im Laufe des Tages, erstere dauert noch 8—9 Tage. Drei Tage lang Diarrhoe, Allgemeinbefinden wieder gut.

Am 4. Tage nach dem Versuche: Deutliches Sehen noch erschwert, Anstrengung der Augen bewirkt Thränensecretion.

Sensorium während des ganzen Krankheitsverlaufes nicht benommen.

Versuch VI.

22. Juli 1891.

Dieser Versuch fand im hygienischen Laboratorium statt bei einer H_2S-Entwickelung, wie sie bei gleichzeitigem, nachlässigem Arbeiten mehrerer Praktikanten mit H_2S gewöhnlich der Fall zu sein pflegt. Ein Fenster ist geöffnet. Drei Apparate functionieren im Zimmer ohne Verwendung des Abzugs.

Beginn: 5 h Nachm.

Versuchsdauer: 1 h 23 Min.

Temperatur: 21,7° C.

Gehalt der Luft an H_2S: In den ersten 28′: 0,10‰.
» » nächsten 29′: 0,13‰.
» » letzten 23′: 0,11‰.

Der Aufenthalt im Versuchsraum keineswegs lästig. Schwacher Reiz der Nasenschleimhaut.

Nach den interessanten Ergebnissen von Versuch V wagte ich nicht, Herrn Greulich zu weiteren Experimenten zu ermuthigen, es scheinen mir auch die erlangten Resultate ausreichend zu interessanten praktischen Schlüssen.

7. Schlussfolgerungen aus meinen Versuchen am Menschen und einige kritische Bemerkungen über die in der Literatur berichteten Schwefelwasserstoffvergiftungen am Menschen.

Fragen wir nun zum Schluss, werfen die erhaltenen Resultate ein neues Licht auf die bisherigen Beobachtungen von Schwefelwasserstoffvergiftung am Menschen? Für die höchst acuten Fälle, die förmlich an den Blausäuretod erinnern, darf ich dies leider nicht behaupten, sie liegen ausserhalb des Rahmens meiner Arbeit. Für die subacuten Fälle glaube ich aber durch meine Beobachtungen nicht uninteressantes Material herbeigebracht zu haben.

1. Es besteht eine sehr grosse Uebereinstimmung in der Empfindlichkeit von Katze und Mensch gegen Schwefelwasserstoff bei den Dosen, die wir am Menschen noch versuchen durften, d. h. bis etwa 0,5 ‰. Diese Dosis bringt schon in einigen Stunden beim Menschen ernsthafte Störungen, sehr deutliche cerebrale Wirkungen hervor (Kwilecki S. 168, Greulich S. 173). Wir dürfen annehmen, dass für den Menschen etwa wie für die Katze 0,7 – 0,8 ‰ die Grenze darstellt, bei der schon ein Aufenthalt von wenigen Stunden lebensgefährlich wird und dass etwa 1 ‰ — 1 ½ ‰ rasch tödtlich werden. Es ist unzweifelhaft, dass der Schwefelwasserstoffgeruch in den stärkeren Concentrationen (etwa von 0,2 — 0,3 ‰ an) lange nicht mehr so stark und unangenehm als bei ganz schwachem Gehalt wahrgenommen wird,[1]) es wird also gerade bei den Gasgemischen, die eine tödtliche Schwefelwasserstoffvergiftung herbeizuführen geeignet sind, der Geruchsinn gar nicht besonders stark afficiert, der Verdacht also unter Umständen gar nicht besonders auf den Schwefelwasserstoff hingeleitet werden. Ob dies durch eine Lähmung der Olfactoriusendigungen zu erklären ist, steht dahin.

Die Angaben Eulenberg's stimmen annähernd mit meinen Resultaten, die Uebereinstimmung ist sogar auffallend gut, wenn

1) Wir empfanden alle im Laboratorium bei vorsichtigem Arbeiten mit Schwefelwasserstoff den Geruch unangenehmer als bei den Inhalationsversuchen, wenn wir wenigstens von den ersten Minuten absehen.

man die primitive Versuchsanordnung in Betracht zieht, die er wählte. Ebenso stimmen die beiden Versuche von Biefel und Polek.

Die Versuche von Boutmy und Descout (S. 141) sind auch ganz befriedigend mit meinen Resultaten zu vereinigen, sowie wir annehmen, dass nur etwa ⅕ des vorhandenen Schwefelwasserstoffs aus dem Canalwasser in die Luft überzugehen brauchte, um ihr tödtende Eigenschaften zu verleihen.

Ebenso sind Brouardel und Boutmy's Versuche in Uebereinstimmung mit dem gefundenen, es hat sich bei uns mit der grössten Deutlichkeit gezeigt, dass schwere peracute Vergiftungen nur bei Gehalten von etwa 1 ‰ und mehr vorkommen, doch haben wir schon von sehr schwachen Dosen Wirkungen oder wenigstens Nachwirkungen gesehen.

Dagegen sind Parent-Duchatelet und Lewin's Ansichten gänzlich unrichtig, die von Letzterem gebrachte Zahl von 4—5 %, die als nothwendig zum Eintreten einer Giftwirkung angegeben wird, ist etwa 100mal zu gross, selbst wenn es bei Lewin statt % Promille heissen sollte, wären die Angaben noch unzutreffend.

2. Dosen unter 0,15 ‰ scheinen selbst bei mehrstündiger Einwirkung unschädlich, von etwa 0,2 ‰ ab genügen aber schon einige Stunden, um Schädigungen hervorzubringen. Der sehr interessante Versuch von Greulich (vergl. S. 173. Versuch V) zeigt übrigens, dass selbst Dosen von 0,1—0,2 ‰, wenn sie an einem Tag zweimal dreistündig einwirken, leichte Störungen und vor allem recht unangenehme Nachwirkungen hervorrufen können. Es ist ja nicht ohne weiteres zu sagen, ob alle Versuchspersonen[1]) dieselben zeigen würden, jedenfalls haben wir nicht den geringsten Grund, Herrn Greulich als besonders empfindlich reagirend zu bezeichnen (Dr. A. war beispielsweise viel empfind-

1) Hirt (Krankheiten der Arbeiter. I. Abth. 2. Theil S. 48) berichtet von auffallend verschiedener Empfindlichkeit von 16 in der gleichen chemischen Fabrik den Einwirkungen von Schwefelwasserstoff ausgesetzten Arbeitern gegen das Gas. Während die einen scherzten und lachten, waren die anderen leichenblass, mit kaltem Schweiss bedeckt, von Ueblichkeit und Mattigkeit geplagt. Von Reizerscheinungen berichtet Hirt auffallender Weise gar nichts.

licher) und in dem einzigen 6stündigen Versuch von Herrn Kwilecki, allerdings bei etwas höherer Dosis (0,21—0,25 %) traten sehr ähnliche Symptome nachher auf (S. 167. Versuch IVa und IVb).

Da nach unseren Versuchen eine Gewöhnung an Schwefelwasserstoff nicht eintritt (vergl. S. 184), vielmehr sogar die Empfindlichkeit gegen denselben zunimmt, so dürfte einstweilen 0,1 ‰ als höchster Werth für längeren Aufenthalt, 0,2—0,3 ‰ als höchste Grenze für kürzeren Aufenthalt bis zu 1—2 Stunden für die Fabrikpraxis zu bezeichnen sein. Vielleicht sind sogar diese Werthe noch niedriger anzusetzen, wenn Versuche zeigen sollten, dass Gehalte von 0,10 ‰, wenn sie viele Tage lang hintereinander einwirken, allmählich dennoch schädigen. Versuche solcher Art werden in meinem Institut demnächst vorerst an Thieren gemacht werden.

3. Nicht unbedeutende Verschiedenheiten ergeben sich bei der Einwirkung des Schwefelwasserstoffs auf verschiedene Personen. Kwilecki's Schweissausbruch fanden wir bei keiner anderen Versuchsperson; die höchst unangenehmen Darmsymptome, an denen Dr. A. erkrankte,[1]) als er ein wenig an den Versuchen theilnahm, konnte Herr Greulich an sich nur in viel schwächerem Maasse beobachten, Kwilecki und ich hatten gar nie über solche zu klagen, dagegen litt Herr Greulich allein an Tenesmus bei der Harnsecretion, eine Erscheinung, die ihm niemals vorher und nachher auffiel und die nur im H_2S ihre Erklärung finden kann. Bei uns allen waren aber intensive Reizsymptome der Augen, Nasen und Trachealschleimhaut ausgebildet, von denen bei den Vergiftungsbeschreibungen in der Literatur nur sehr wenig erwähnt ist.

Dass letztere ganz fehlen können, beweist der folgende hochinteressante Fall, eine der wenigen gut beschriebenen reinen

1) Nothnagel und Rossbach geben an (Handbuch der Arzneimittellehre. 4. Auflage. 1880. S 280): »Namentlich die Darmnerven scheinen uns schon bei sehr kleinen Mengen, die gar keine anderen Störungen hervorbringen, stark gereizt zu werden, wir kennen Leute, die jedesmal nach dem Einathmen sogleich von Durchfällen befallen werden«. — Es ist dies nach meinen Erfahrungen entschieden keine besonders häufige Wirkung.

schweren Schwefelwasserstoffvergiftungen am Menschen, von A. Cahn[1]) auf Kussmaul's Klinik beobachtet.

Ein bisher vollkommen gesunder Student hatte von 9—11 Uhr in unvorsichtiger Weise mit Schwefelwasserstoff Kupfer ausgefällt und den Niederschlag mit Schwefelwasserstoffwasser ausgewaschen. Er fühlte sich nachher nur etwas unwohl, konnte noch allein nach Hause gehen, wurde dort aber nach Mittag unter Schwindel und wiederholten Ohnmachten plötzlich unwohl. Alsbald traten äusserst quälende Schmerzen unterhalb des Nabels auf, die die Spitalärzte beim Mangel aller Symptome von Seiten des Nervensystems und der Respiration anfangs an eine innere Einklemmung oder dergl. denken liessen. Etwas nach 3 Uhr erhielt er 1 ½ Milligramm Morphium subcutan, worauf sich allmählich im Verlauf einer Stunde schwerer Sopor und flachere unregelmässige Respiration von eigenthümlichem, von längeren Pausen unterbrochenem Rhythmus, einstellte.

Schliesslich veranlasste die Schwäche der Respiration zur Faradisirung der Phrenici zu greifen, wodurch nach einer Stunde allmählich wieder spontane ausreichende Athmung bewirkt wurde (6½ Uhr). Nachdem jetzt und später nochmals etwas graugrüner Schleim erbrochen war, verfiel der auf's neue von Leibschmerzen gequälte Kranke allmählich in Schlaf, aus dem er am andern Morgen sehr viel wohler erwachte. Der erste gelassene Harn enthielt ½ % Zucker, in dem späteren wurde noch mehrmals Urobilin in grösserer Menge gefunden. Nach 3 Tagen erst verschwanden die Schmerzen im Hypogastrium, dann trat rasch Genesung ein.

Da für irgend welche andere Vergiftung, durch Arsen z. B. kein Anhaltspunkt vorlag, so bezieht Cahn die Symptome auf Schwefelwasserstoff bei voller Einsicht in das Seltsame der Beobachtung. Er möchte gern in dem Schwefelwasserstoffgas, das der Student bei dem Arbeiten mit der Spritzflasche aus dem Schwefelwasserstoffwasser verschluckt haben soll, die Ursache der primären lokalen Intestinalreizung und nach der Respiration

1) Deutsches Archiv für klinische Medizin. XXXIV. S. 121.

des Schwefelwasserstoffs der Allgemeinsymptome sehen. Mir erscheint die Annahme, dass bei dem Auswaschen Schwefelwasserstoff verschluckt worden sei, wenig glücklich, höchstens mag vielleicht noch etwas mehr eingeathmet sein als ohne das Auswaschen.

Von Reizerscheinungen des Respirationstractus ist keine Silbe erwähnt!

4. Immerhin lässt sich durch eine kritische Betrachtung der Literatur über Kloakengasvergiftung nachweisen, dass auch hier Reizsymptome der Schleimhäute vielfach beobachtet sind, die — entgegen der landläufigen Annahme — nicht immer auf Ammoniak zu beziehen sind.

Ich habe in meiner Arbeit über Ammoniak (A. f. Hyg. V. S. 59) einen kurzen Ueberblick über die Literatur der Frage gegeben, und dabei noch meiner Verwunderung Ausdruck verliehen, dass Hallé (1785) und Orfila (Lehrbuch der Toxikologie. Deutsch von Krupp. 1854) nicht mit voller Schärfe dafür eintreten, im Ammoniak das einzige reizende Agens zu erblicken. Hallé[1]) leugnet, dass »der beissende Entzündungsdunst« mit flüchtigem Alkali identisch sei, »da die Arbeiter versichern, dass auch bei dem stärksten beissenden Dunste ihre Geruchswerkzeuge weder einen starken noch durchdringenden Geruch empfinden« (S. 117). Kalk, der den betäubenden Dunst bindet, vermehrt den Entzündungsdunst, und doch versichern die Arbeiter, »dass der Kalk allen Geruch gänzlich vertreibe und wegnehme«, was sie nicht sagen würden, wenn die Entbindung des volatilischen Alkali beträchtlich wäre. Und überdies bemerkt Herr Lavoisier, dass diese Entbindung des flüchtigen Alkali bei den von ihm angestellten Versuchen sehr gering gewesen und dessen Wirkung auch sehr schnell wieder vergangen sei. Auch ward ein Arbeiter in der chemischen Werkstätte des Herrn von Fourcroy mitten unter den Dämpfen und dem Geruch des Weinessigs von einer Gesichtsentzündung (la mitte) mit allen charakteristischen Zeichen befallen«.

1) Recherches sur la nature et les effets du mephitisme des fosses d'aisance par M. Hallé. Paris 1785. Uebersetzt in Scherf's Beiträgen zum Archiv der medic. Polizei und der Volksarzneikunde. Leipzig 1789.

Diese Sätze sind natürlich schwer zu erklären. Neben Ammoniak und Schwefelwasserstoff noch ein drittes nicht riechendes bloss ätzendes Gas zu supponiren, dürfte unmöglich sein; was für ein Gas noch reizend [1]) wirken soll, nachdem durch Aetzkalkhydrat aller Geruch (d. h. Schwefelwasserstoff) entfernt ist, ist unverständlich, wenn man nicht annimmt, dass Ammoniak in starker Concentration nur reizend wirkt, ohne den Geruchsinn zu afficiren. Das letzte Beispiel aus Fourcroy's Fabrik bezieht sich offenbar auf ein reizendes saures Gas und schliesst Ammonisk aus, aber welches Gas gemeint ist, ist unklar, es könnte sehr wohl Schwefelwasserstoff sein.

Bestimmter spricht sich Orfila für die Bedeutung des Schwefelwasserstoffs aus. Orfila führt (p. 620) unter den Symptomen, die Schwindgrubengas (bestehend aus atmosphärischer Luft und Schwefelwasserstoff) erzeugt, an, »es reizt die Augen stark«, auch von der Luft der Abzugscanäle (Egouts) wird von Orfila aus drücklich angegeben (p. 625), »der gewöhnliche Zufall, den man

1) Ich kann mir hier nicht versagen, noch einen räthselhaften Fall kurz anzuführen. Fossagrives (Annal. d'hygiène 2. Ser. XXIII. p. 241. 1865) berichtet über Beobachtungen eines Marinearztes an 3 Arbeitern, die in einen Dampfkessel hinabsteigen wollten, der ca. 30 Tage unbenützt und verschlossen gestanden. In demselben war etwa 57 cm hoch salzreiches Wasser gewesen, das durch besondere Umstände während der ganzen Zeit etwas erwärmt gehalten wurde. Die 2 Arbeiter zeigten neben schweren asphyktischen comatösen und später convulsivischen Störungen, auch Anätzungserscheinungen der Cornea, der Schleimhäute, blutig serös schaumigen Auswurf etc. Alles stimmt nach meiner Ansicht auf eine Schwefelwasserstoffvergiftung; der Arzt, der die Fälle beobachtete, dachte an Ammoniak (ob solches nachgewiesen, steht nicht da!), die prüfende Commission fand bei einem Versuch an einem anderen Kessel nur starke Sauerstoffverminderung, wenig Kohlensäurevermehrung, gar kein Ammoniak, aber auch keinen Schwefelwasserstoff.

In seiner Verlegenheit supponirt der Verfasser ein unbekanntes organisches, sehr heftig reizendes Gas, vielleicht dürfte mit ebensoviel Recht Schwefelwasserstoff angenommen werden. Ammoniak würde die nervösen Störungen der Kranken schwer erklären.

Schwefelwasserstoffvergiftungen in Dampfkesseln sind in der Literatur mehrfach beschrieben, indem sich aus dem üblichen Eisenkitt (Mennige, Salmiak, Schwefelpulver) beim Verstreichen der Fugen von innen plötzlich — bisher nicht genügend erklärt — abnorme Mengen von Schwefelwasserstoff resp. Schwefelammonium entwickelten. Vergl. z. B. Garnier An. d'Hyg. 1886. p. 519.

beobachtet hat, war die Ophthalmie. welche durch die unmittelbare Wirkung des Kothes oder durch das Gas entstand, das sich beim Aufrühren entwickelte. Zuweilen war diese Krankheit unbedeutend, aber in manchen Fällen blieb sie keineswegs auf die Conjunctiva beschränkt, sondern verbreitete sich auch auf die Cornea und hatte Hirnzufälle in ihrem Gefolge«.

Ueber reizende Wirkung des Schwefelwasserstoffs finde ich bei Husemann (l. c. S. 750) die Notiz:

»Von Einzelnen wird auch eine reizende Wirkung auf die Respirationsschleimhaut und dadurch bewirkter Verschluss der Glottis als Schwefelwasserstoffwirkung betrachtet.« Doch scheint dies Husemann nicht recht bewiesen, und eher beigemengte CO_2 oder NH_3 an einem solchen Vorkommniss schuld.

In neuerer Zeit haben die Autoren, welche meist wenig Gelegenheit[1]) hatten, solche Fälle von Cloakenvergiftung, die immer seltener werden, zu beobachten, sich angewöhnt zu schematisiren: Lähmende, comatöse Wirkung entfalten Gasgemische mit viel Schwefelwasserstoff (»le plomb« der Franzosen), reizende Wirkung kommt den ammoniakreichen Gemischen zu (»la mitte« der Franzosen). Dieser Standpunkt findet sich bei Hirt (Krankheiten der Arbeiter I. 2. 142), Seidel (bei Maschka Handbuch der gerichtl. Medizin Bd. II, p. 365) und Eulenberg. Letzterer hat selbst einige Fälle von schwersten Erkrankungen durch Abortgase beobachtet, aber alle von so acutem Charakter, dass keine Reizsymptome hervortraten. Layet (Gewerbepathologie und Hygiene. Uebersetzt von Meinel 1877) spricht sich nicht über die Vertheilung der an den Kanalarbeitern beobachteten Symptome auf die einzelnen Gase aus, er erwähnt dagegen, dass nicht selten Leuchtgas in Cloaken ausströmt und die Arbeiter bedroht und dass auch Phosphorwasserstoff gefunden worden sei.

1) Seit in Paris und Grenoble eine obligatorische Vermischung des Inhalts der Gruben vor dem Reinigen derselben mit Eisensulfat (5 Kilogramm in Wasser gelöst pro Cubikmeter) vorgenommen wird, sind die Fälle von schwerer Erkrankung der Arbeiter ausserordentlich selten geworden. (In 18 Jahren 2 Todesfälle in Paris, in Grenoble nur 2 Fälle, bei denen die Desinfection unterlassen wurde.) (Chevallier Annales d'Hygiène XLIX. 1875. p. 133).

5. Die starke Hyperaemie und das Oedem der Lunge, die ich bei meinen Thieren stets beobachtete und von denen ich letzteres als Hilfs-Todesursache ansehe, scheinen — wenn auch nicht immer genügend beachtet — bei menschlichen Todesfällen meist vorhanden, wenn nur der Tod nicht gar zu schnell eintrat. Nicht selten wird schon im Leben von Schaum oder blutigem Schaum berichtet, der aus dem Munde läuft.

6. Einen Punkt von hervorragendem Interesse haben unsere Versuche am Menschen noch enthüllt, über den auch die Casuistik eine Reihe von Belegen enthält, ich meine das Auftreten schwerer Störungen erst einige Zeit nach dem Verlassen des Raums. Eine allseitig befriedigende Erklärung dafür zu geben, dürfte unmöglich sein. Die Thatsache, dass bei acut Verunglückten, die anfangs ganz gelähmt sind, eine Reihe von Convulsionen, vasomotorische Abnormitäten u. s. f. den Uebergang von dem asphyctischen Stadium zur Erholung bezeichnen, kann man vielleicht so erklären, dass die Ganglienzellen beim Uebergange aus vollkommener Lähmung zur Genesung sich erst eine Zeit lang im Zustande der reizbaren Schwäche befinden und so auf die normalen Reize in unregelmässiger Weise reagiren.

Eine andere Reihe von Erscheinungen ist vielleicht als Reflexe zu deuten, ausgelöst durch heftige Schmerzen (von den Schleimhäuten, dem Gehirn, den Eingeweiden), die in der Zeit tiefster asphyktischer Narkose nicht empfunden wurden.

Ganz besonders schwer dürfte aber das Kommen und Gehen der Augenschmerzen während des Versuchs zu erklären sein. Man denkt unwillkürlich an vasomotorische Ursachen, wechselnde Gefässfüllung, wechselnde Thränenfülle u. dergl., eine bestimmte Erklärung wage ich nicht. Leichter scheinen die verstärkten Augenschmerzen erklärbar, die beim Uebergang aus dem Versuchskämmerchen in's Freie nicht regelmässig aber fast regelmässig beobachtet wurden — sie dürften nicht, wie es den Eindruck macht, durch »die frische Luft«, sondern durch die grössere Helligkeit im Freien bedingt sein.

Herr Greulich, dem dies zuerst auffiel, konnte sehr deutlich

die Lichtscheu an sich nachweisen. Mehrfach kehrten auch die Augenschmerzen wieder, als nach längerer vollkommen schmerzfreier Periode im Halbdunkel grelles Lampenlicht zum Zweck des Lesens aufgesucht wurde.

Für die nach dem Versuche scheinbar ohne jede Veranlassung anfallsweise im Dunkeln, ja im Schlaf, auftretenden heftigen Anfälle von Kopfweh, Augenschmerzen u. dergl. kann ich bloss wieder in der Annahme vasomotorischer centraler Störungen eine halbwegs plausible Erklärung finden, eine Beweisführung ist unmöglich.[1])

7. Ueber die Wirkung länger wiederholter Schwefelwasserstoffinhalation sind meine Erfahrungen sehr spärlich, die Angaben der Literatur sehr unbestimmt. Ich kann nur sagen, dass Herr Kwilecki und Herr Greulich im Verlauf ihrer Versuche schlecht aussahen und dass Herr Kwilecki auch nicht unbedeutend während dieser Zeit an Gewicht abnahm. — Während wie oben erwähnt, unsere Erfahrungen durchaus gegen eine Gewöhnung — viel eher für das Gegentheil sprechen, was auch Sonnenschein's Erfahrung (siehe oben) bestätigt, spricht sich Eulenberg (l. c. S. 281) dahin aus, dass sich die Empfindlichkeit gegen Schwefelwasserstoff allmählich verringere. Beweise fehlen. Wahrscheinlicher klingen einige Angaben von Hirt über chronische Schwefelwasserstoffwirkung (l. c. I. 2. S. 48), wonach ältere Arbeiter, indem sie empfindlicher gegen Schwefelwasserstoffwirkung werden, leichter kleine unbedeutende Störungen zeigen, aber wohl durch grössere Vorsicht seltener schwere Vergiftungen als junge Anfänger. S. 145 gibt er schwere Verdauungsstörungen als Hauptsymptom einer chronischen Schwefelwasserstoffintoxication an. Alle diese Angaben[2]) bedürfen weiterer experimenteller Untersuchung, die ich mir vorbehalte.

1) Einige Literaturangaben über Fälle, die sehr an den späteren Verlauf von Kohlenoxydvergiftungen erinnern, darunter ein Fall von Blödsinn, siehe bei Hasselt-Henkel Bd. II. S. 383.

2) Von den beiden bei Eulenberg berichteten Geschichten über chronische Schwefelwasserstoffvergiftung ist die erste, die eine chronische Bergarbeiterkrankheit zum Gegenstand hat, höchst wahrscheinlich als Ankylostomiasis zu deuten. Der 2. Bericht: Magendarmsymptome und Furunkulosis

Nachschrift.

Meine Arbeit war druckfertig abgeschlossen, als mir noch eine Untersuchung von Herbert Barker[1]) in die Hände fiel, die quantitative Angaben über die Giftigkeit des Schwefelwasserstoffs für Hunde und Vögel macht, auf eigene Versuche gestützt. Die Versuche wurden mittelst eines Glaskastens von 5832 Cubikzoll gemacht, der Schwefelwasserstoffgehalt aus der Menge des eingeleiteten Schwefelwasserstoffs berechnet. Also primitive Versuchsanordnung, wie es scheint ohne Luftmischung und Luftanalyse.

Die Resultate am Hunde waren (die Symptome sind im Original kurz geschildert):

I 17,1 ‰. Tod in 2 ½ Minuten.

II. 4,28 ‰. Tod in 1 Stunde.

III. 2,05 ‰. Nach 1 h 38 Min. schwerkrank herausgenommen. Tod 9 h 38 Minuten später.

IV. 2,05 ‰. Nach vorübergehendem Unwohlsein nach 5 h herausgenommen, ohne Krankheitserscheinungen.

V. 1,54 ‰. Unruhe, Schwäche, nach 3 h sehr schwach herausgenommen.

VI. 1,02 ‰. Schwäche. Respirationsstörung. Diarrhoe, Respirationsbeschleunigung, sehr starke Pulsbeschleunigung.

---

unter den Arbeitern einer chemischen Fabrik, die Wasser benützen mussten, das mit Schwefelwasserstoff und »leichten Brandölen« verunreinigt war, ist wenigstens möglicherweise wirklich auf H_2S zu beziehen.

Abgesehen von der Furunkulosis hat Max Niesel (Dissertation Greifswald 1887), der an 6 jungen Männern die Wirkung längere Zeit hindurch eingenommenen Schwefelpulvers studierte, ähnliche, allerdings bei den Einzelnen recht verschieden stark ausgebildete Symptome beobachtet und es ist nicht unmöglich, dass reichlicher Schwefelwassergenuss die Disposition für Furunkulosis ebenso steigert wie etwa Zucker im Blut (hat man ja geradezu Zucker im Harn von mit Schwefelwasserstoff Vergifteten nachgewiesen!)

1) De l'influence des emanations des égouts par T. Herbert Barker. Extrait de la Sanitary Review de Londres avril 1858 par le docteur Prosper de Pietra Santa. Annales d'Hygiène publique deuxième serie X. 1858.

Erholt sich trotz 3 stündigem Aufenthalts sofort an der frischen Luft.

VII. 0,56 ‰. Muskelzittern, Respirationsstörung, vermehrte Herzaction. Nach 2 h herausgenommen; es fiel verstärke Herzaction auf, die sich bald beruhigte.

Aus diesen Versuchen konnte man schliessen, dass der Hund widerstandfähiger als die Katze gegen grosse Dosen Schwefelwasserstoff sei und weiter die Frage aufwerfen, ob nicht der Mensch — wenn er sich auch gegen kleine Dosen so empfindlich wie Katze und Hund verhalte — am Ende nicht gegen grosse Dosen auch weniger empfindlich als die Katze sei, vielleicht noch weniger als der Hund.

Ich habe zur Prüfung der Richtigkeit dieser Ergebnisse Barker's noch einmal 5 Versuche an Hund und Katze gleichzeitig in einem grossen 635 Liter fassenden mit grossen Fenstern verschlossenen Zinkblechkasten gemacht. Der Schwefelwasserstoff wurde aber nicht durch Rechnung, sondern durch direkte Analyse ermittelt, indem vor und während des Versuches 2 Aspiratoren gleichzeitig Proben durch Jodjodkaliumlösung saugten. Für tadellose Luftmischung wurde gesorgt.

Versuch I. 28. XI. 91. Gehalt 0,38 ‰. Versuchsthiere: Glatthaariger, weiss und schwarz gefleckter ausgewachsener Hund, 6,6 Kilo schwer, kräftige Katze (3 Kilo). Versuchsdauer 65 Min.

Katze zeigt gar keine Symtome.

Hund:

Nach 3 Min. Bisher etwas Unruhe, häufiges Niesen, Blinzeln, Zungeherausstrecken.

» 4 » Leichte Zncknngen in den Beinen.

» 9 » Viel gähnendes Maulaufreissen, leichte unruhige Bewegungen, öfters von krankhaftem Charakter.

» 14 » Hnnd munter, Intelligenz tadellos, Resp. etwas keuchend.

» 15 » Deutliche Würgbewegungen, Resp. 12 in ¼ Min., deutliches Klopfen der Carotiden zn sehen.

» 21 » Nase feucht, Hnnd hatte vorher öfters an der offenbar juckenden Nase geleckt. Leicht benommen, Intelligenz hat abgenommen, schlaffes Dastehen.

» 30 » Wieder frischer, wohler und intelligenter.

» 65 » Keine weiteren Störungen, herausgenommen ganz normal.

Versuch II. 24. XI. 91. Gehalt 0,56 ‰. Hund und Katze wie in Versuch I; beide Thiere noch nie benützt. Versuchsdauer 41 Min.

Katze: Zeigt gar keine auffallenden Symtome, ruhiges, etwas schläfriges Wesen.
Hund:
Sofort: Beim Hereinsetzen gleich unruhig, niest, athmet tief, fällt sofort in verdrehter Stellung mit steifen Beinen auf die Seite. Tiefste angestrengte Respiration. Luftschnappen.
Nach 2 Min. Unter Streckkrämpfen erscheint das Thier moribund, Pupillen sehr weit. Resp. ganz langsam und sehr tief.
» 2½ » Scheinbar etwas erholt, athmet rascher, zittert, liegt noch mit gespreizten Beinen, hebt etwas den Kopf.
» 3 » Resp. wieder normal, Pupillen noch immer weit, starke Speichelsecretion, derselbe fliesst in Tropfen ab. Dann wieder Resp. rasselnd, unruhiges Aufrichten, fällt schwankend wieder zur Seite, neue Streckkrämpfe. Bewegungen ganz atactisch.
» 4 » Resp. ruhiger aber tief, schnappend, Seitenlage.
» 6 » Dritter Anfall wie oben.
» 36 » In der Zwischenzeit haben noch sechs epileptiforme Anfälle stattgefunden, ganz analog den beschriebenen, immer von Perioden relativer Euphorie unterbrochen. Im vierten Anfall auch Würgbewegung. Hierauf herausgenommen.

Status: Sensorium frei, Pupillen bedeutend erweitert, auf Lichteinfall nur langsame Verengerung. Herzaction unregelmässig. Thier liegt mit gespannter Bein- und Rückenmuskulatur in Seitenlage. Starke Secretion dünnen Speichels.

Nach 20 Min. vermag das Thier wieder langsam schwankend zu gehen.
Am nächsten Tag Conjunctiva injicirt, Gang eigenartig steif. Erholt sich.

Versuch III. 7. XII. 91. Gehalt 1,88 ‰. Hund und Katze wie in Versuch I. Versuchsdauer 1½ Min.

Beide Thiere fallen nach einigen Secunden auf die Seite, beide sofort moribund, die Respiration sistirt. Nach 1½ Minuten zeigen beide keine Spur von Leben. Herausgenommen stehen auch die Herzen still, Pupillen sehr weit.

Section: Beide Thiere zeigen intensives Lungenoedem, beim Hunde ist nicht nur eine starke Füllung der Gefässe, sondern auch eine Reihe von kleineren und grösseren Lungenhaemorrhagien zu constatiren.

Versuch IV. 31. 10. 91. Gehalt 3,4 ‰.

Hund wie in Versuch I. Nach einigen Secunden Unruhe, Streckkrampf in verdrehter Stellung. Clonische und tonische Convulsionen wechseln. Maul geöffnet. Kothabgang. Nach nicht ganz 2 Min. moribund, aber noch mit kräftigem Herzschlag herausgenommen.

Nach wenig künstlichen Respirationen athmet das Thier wieder selbständig.

3 Min. nach dem Herausnehmen: Ab und zu Zuckungen in den Extremitäten, scheint noch bewusstlos. Resp. tief, Puls 20 pro $^1/_3$ Min. Speichelsecretion. Hinterbeine bretthart steif.

8 » nach dem Herausnehmen: Urin- und Kothabgang, starke clonische und tonische Krämpfe, Schaum vor dem Munde. Hund liegt auf dem Rücken, versucht vergebens aufzustehen. Pupillen mittelweit.

12 » Hund kann gehen, aber nur sehr schwankend.

16 » Thier hat sich in einen dunkeln Winkel zurückgezogen, zittert am ganzen Leib und entleert dünnflüssigen Speichel.

35 » Noch immer Speichelsecretion (zäher und dünnflüssiger Speichel wechselt), ab und zu einzelne Muskelzuckungen. Lichtscheu.

Nach $4^1/_2$ h: Thier leidlich erholt, frisst gierig. Auffallende Entzündungssymptome der Schleimhäute fehlen.

Katze: Einige Secunden nach dem Einsetzen in den Kasten fällt das Thier auf die Seite, Wälzbewegungen, steigt in die Höhe, verfällt in klonische Zuckungen, fällt dann matt auf die Seite, athmet aber noch, als es genau 2 Minuten nach Versuchsbeginn herausgenommen wird. Das herausgenommene Thier zeigt kräftigen raschen Herzschlag, schwirrende Contractionen in den Muskeln. Trotz künstlicher Respiration ist das Thier 2 Minuten nach dem Herausnehmen todt. Kein Lungenödem.

Versuch V. Gehalt 5,2 ‰. Versuchsthiere: 1 ausgewachsener Seidenpintscher, 1 grosse kräftige alte Katze und 1 grosses Kaninchen kommen gleichzeitig hinein.

Nach 1 Min. zeigt der Hund, der sofort unter Krämpfen zusammenbrach, keine Spur von Athmung. Nach 4 Min. herausgenommen steht das Herz still, Pupille weit, starr.

» 1 » zeigt die Katze noch Athembewegungen, sie ist auch sofort unter Krämpfen und heftigstem angestrengtestem Athmen zusammengebrochen. Nach 2 Min.: Athembewegungen haben sistirt. Nach 4 Min. herausgenommen noch schwache Herzaction, die trotz künstlicher Respiration alsbald erlischt. Im Munde Speichel und Schleim.

» 1 » sistirt bei dem Kaninchen die Athmung, die im Anfang bei dem rasch zusammengebrochenen Thier kurze Zeit sehr schnell war. Nach 4 Min. herausgenommen noch schwache Herzaction, die trotz künstlicher Respiration rasch verschwindet. Pupille ziemlich eng.

Sectionsprotokolle zu Verlust gegangen.

Diese letzten Versuche zeigen auf's deutlichste, dass der Hund jedenfalls nicht widerstandsfähiger als die Katze gegen grössere Dosen ist und dass Barker höchst wahrscheinlich den Schwefelwasserstoffgehalt in seinen Versuchen zu hoch angenommen hat. Er sagt nicht, dass er sich von der Reinheit (resp.

Luftfreiheit) des verwendeten Gases überzeugt hat, ich habe mich durch Analysen überzeugt, wie leicht ein ganz regelrecht mit Vorsichtsmaassregeln über Wasser in einem Gasometer aufgefangener Schwefelwasserstoff sofort nach seiner Bereitung 18—20% Luft enthält, bei geringer Vorsicht dürften viel höhere Luftgehalte vorkommen.

Wir dürfen daher — wie es oben geschehen ist — die Empfindlichkeit von Katze und Hund gegen Schwefelwasserstoff bis auf weiteres als identisch bezeichnen und es als ausserordentlich wahrscheinlich betrachten, dass der Mensch sich nicht nur gegen Dosen bis 0,5 ‰ gleich wie diese Thiere verhält, sondern auch den höheren von 1—5‰ gegenüber.

Zur Frage der Selbstreinigung der Flüsse.

Von

Dr. Ludwig Pfeiffer und Dr. Ludwig Eisenlohr,

Assistenten am hygienischen Institute in München.

Als Hauptvertreter derjenigen Spaltpilze und Algen, deren Fundort vorzugsweise unreines Wasser, d. h. Wasser mit einem relativ hohen Gehalt an organischen Substanzen beziehungsweise an Stickstoff darstellt, kann die Gruppe der sogenannten Fadenpilze, speciell die Beggiatoa in ihren verschiedenen Varietäten angesehen werden.

In seinem Werke: »Zur Morphologie der Spaltpflanzen« sagt Zopf über Beggiatoa alba (Vauch): »den nächst Cladothrix gemeinsten Wasserpilz repräsentirend, kommt sie in Gewässern, die reich an faulenden Substanzen sind, gewöhnlich in grossen Massen vor. Die weissgrauen schleimigen Häute und flutenden Rasen oder Lappen, die man in stinkenden Gräben, in Fabrikabflüssen, namentlich der Zuckerfabriken, in Kloaken etc. Schlamm und faulende Gewächse, Kadaver, Steine u. dgl. überziehen sieht, pflegen ihrer Hauptmasse nach aus Beggiatoa alba zu bestehen. Sie treten nach meiner Erfahrung nicht selten in solcher Massenhaftigkeit auf, dass sie stattliche seichte Bäche auf weite Strecken nahezu vollständig auszufüllen vermögen« etc.

Weiter bemerkt derselbe Autor über die Varietät Beggiatoa roseo-persicina (Zopf): »Auch diese Beggiatoenart stellt sich als eine in stagnirenden und fliessenden Gewässern häufige Erscheinung dar, wenn sie auch nicht ganz so gemein ist, wie Beggiatoa alba. Sie gedeiht im süssen, wie im salzigen und im Brakwasser. Faulende vegetabilische und thierische Theile werden von ihr mit

rosenrothen, intensiv blutrothen oder selbst schön violetten bis violettbraunen Ueberzügen versehen, die häufig an die Wasseroberfläche getrieben werden.

»Um Berlin wurde sie von mir an den verschiedensten Lokalitäten beobachtet. In üppigster Entwicklung fand ich sie z. B. in einem Teiche des botanischen Gartens, den sie ganz roth färbte, alle darin enthaltenen Pflanzen dicht belagernd; in Gräben, welche den Thiergarten und den Charlottenburger Schlossgarten durchziehen; in Gräben und Tümpeln bei Schöneberg und in einem stinkenden Graben bei Charlottenburg. Wahrhaft prächtige Culturen erhielt ich, wenn ich Pankeschlamm mit Wasser übergossen monatelang aufbewahrte.«

Ganz interessante Verhältnisse bieten sich nun in dieser Beziehung in der Isar dar und es dürfte mit Rücksicht auf die Frage der Verunreinigung und Selbstreinigung der Flüsse gerechtfertigt sein, unsere im Herbst 1891 gemachten Erfahrungen mitzutheilen.

Geh.-Rath von Pettenkofer bemerkte bei einem seiner zahlreichen Gänge an die Isar, die er mit nimmer ermüdender Ausdauer und vorbildlichem Eifer immer und immer wieder besucht, um zu sehen, ob die Isar die Abschwemmung der Fäkalien Münchens ertrage, am linken Ufer des Flusses unterhalb der Einmündung des jetzigen Hauptsiels der Kanalanlage ausgedehnte schleimig-fädige Auflagerungen und Wucherungen von grauer, grauröthlicher bis rother Farbe an den Steinen und Wurzeln im Wasser und lud Professor Emmerich und uns zur Besichtigung derselben, sowie zur Constatirung ihres Vorkommens an anderen Stellen des Ufers und Entnahme von Proben zur Bestimmung und weiteren Untersuchung ein.

Wir begaben uns zu diesem Zwecke zusammen an Ort und Stelle und fanden die gesuchten Wucherungen als weiche schleimige Massen, die an den Enden frei im Wasser flottirten und graue bis hochrothe Farbe zeigten, das ganze Ufergestein überziehend. Auch in das Wasser hineinragende Wurzeln von Bäumen und Sträuchern waren vollständig von ihnen bedeckt. Am stärksten war das Wachsthum an dem der Oberfläche des Wassers zunächst

gelegenen Uferrande, weniger stark in den tieferen Schichten. Es wurden Proben an verschiedenen Stellen entnommen und in verschlossenen Gläsern mitgenommen.

Weiter wurde die ganze Strecke des Ufers von der Einmündung des Hauptsiels bis zur Einmündung des Eisbachs[1]) 0,8 km weiter unten auf das Vorkommen ähnlicher Vegetationen durchsucht. Es zeigte sich dasselbe Bild von oben bis unten, nur in Beziehung auf die Stärke der Wucherungen fiel auf, dass letztere um so üppiger waren, je näher man der Einmündungsstelle des Kanals kam, und umgekehrt. Dort, wo der Eisbach in starkem Fall in die Isar einmündet, waren die Steine nur mehr mit gewöhnlichen grünen Algen bedeckt. Die Uferstrecke jenseits der Eisbacheinmündung konnte an diesem Tag nicht mehr untersucht werden, da nur auf einem grossen Umweg über den Bach wegzukommen war.

Dagegen wurde das Ufer oberhalb der Einmündung des Hauptkanals noch abgegangen und auch hier dieselbe Erscheinung getroffen, wie unterhalb, aber in geringerer Stärke der Entwicklung, auch nahmen die Massen wieder um so auffallender zu, je mehr man sich einem zweiten Siel, das hier mündet, näherte.

Bei der Untersuchung der mitgenommenen Proben zeigte es sich, dass man es hier mit einer ausserordentlich üppigen Wucherung von Beggiatoa (roseo-persicina Zopf) zu thun hatte. Zwischen den zahlreichen Wuchsformen dieses Fadenpilzes aber fanden sich andere Spaltpilze in kolossaler Menge, Hefezellen, Diatomeen, Protozoen, kurz alle möglichen Formen der untersten Stufen pflanzlichen und thierischen Lebens, Formen, die aber nicht weiter untersucht wurden, da sie keine besondere Bedeutung für uns hatten.

Es war uns wohl bekannt, dass schon von jeher Beggiatoa in der Isar constatirt war, zufälligerweise aber hatte man noch niemals die Wucherungen in so ausgedehntem Maasse und von

[1]) Einer der zahlreichen Stadtbäche, die oberhalb Münchens von der Isar abzweigen, und die Stadt durchziehen, um erst weit unterhalb derselben wieder in den Fluss einzumünden.

so auffallend rother Farbe angetroffen, es war daher von Interesse zu erfahren, ob und wo sonst noch an der Isar ähnliche Bildungen angetroffen werden und ob insbesondere die Beggiatoa, von der bekannt ist, dass sie eine gewisse Menge organischer, stickstoffhaltiger Substanz zum Leben bedarf, die also, wo sie im Wasser auftritt, eine gewisse Verunreinigung desselben anzeigt, vielleicht einen Fingerzeig für das Maass dieser Verunreinigung und die Länge der verunreinigten Flussstrecke abgibt. Dass eine sehr starke Verunreinigung vorhanden war, kann natürlich aus der Thatsache des Vorkommens von Begg. im Isarwasser nicht entnommen werden, sondern es war nur ersichtlich, dass eben gerade so viel organische Substanz vorhanden war, dass die Pilze günstige Ernährungsbedingungen finden, und dass diese Mengen ja an sich ausserordentlich gering sind, ist bekannt und geht aus der erst kürzlich erschienenen Arbeit von O. Löw[1]) deutlich hervor.

Es wurde nun an einem der folgenden Tage auch das rechte Isarufer oberhalb und unterhalb der der Einmündung des Hauptsiels gegenüberliegenden Uferstrecke begangen und die Wanderung bis unterhalb der Einmündung des Eisbachs fortgesetzt (eine Strecke von ca. 2 km). Wiederum fanden sich Beggiatoenmassen, die die Steine am Ufer weithin überzogen, doch war das Wachsthum augenscheinlich nicht so üppig wie auf der linken Flussseite, wohl entsprechend der geringeren Zufuhr an Nährmaterial, das in seiner Hauptmenge nicht am rechten, sondern am linken Ufer hinabfliesst und noch nicht vollständig durch die ganze Wassermasse vertheilt ist, da erst der Eisbach mit seiner grossen Wassermasse in bedeutendem Gefälle in den Fluss hineinstürzend eine gründliche Durchmischung des Wassers zu Stande bringt. Auch hier wurde die Zunahme der Entwicklung unmittelbar bei der Einmündung eines kleinen Siels von Bogenhausen bemerkt.

Noch eine Thatsache aber zeigte sich hier, wie schon auf dem linken Ufer recht deutlich, so oft nämlich über der hier zu Tage tretenden Flinzschichte Grundwasser in kleinen Rinnsalen oder grösseren Bächen über das Ufer herab sich ergoss, hörten

[1]) Archiv f. Hygiene Band 12.

vorübergehend die Beggiatoenmassen auf, dagegen wuchsen gewöhnliche grüne Algen in dichten schönen Rasen bis zum Flusse herab. Jenseits der Einmündung dieses reinen Wassers aber überzogen dann sofort wieder Beggiatoen Steine und Pflanzentheile in der schon geschilderten Weise

Auch dieses Mal wurden wieder Proben der Pilze mitgenommen.

Am 26. Oktober begaben sich Geh.-Rath v. Pettenkofer, Professor Emmerich und wir beide nach Ismaning, 12,5 km unterhalb München am rechten Ufer gelegen, um auch hier dasselbe Bild, wie an den früheren Stellen zu finden. Auch hier traf man noch an Steinen und Wurzeln am Ufer Beggiatoenkolonien, wenn auch in etwas weniger starker Entwicklung wie bei München. Nachdem wir das Ufer in einer Ausdehnung von ca. 4 km abgegangen, Proben der Pilze und eine Wasserprobe, sowie Schlamm vom Flussboden entnommen hatten, begaben wir uns auf den Rückweg.

So viel war klar, es war noch in Ismaning so viel organisches Nährmaterial im Flusse, dass die Beggiatoa dort zu gedeihen vermochte, einen weiteren Schluss konnte man bei dem Mangel einer genauen Vorstellung, wie viel dazu gerade Beggiatoa nöthig hat, nicht daraus ziehen. Auch hatten frühere chemische Untersuchungen des Isarwassers bei Ismaning, abgesehen von anderen Bestandtheilen, keine oder nur eine so geringe Abnahme der organischen Substanz ergeben, dass unser Befund nicht überraschen konnte.

Tags darauf, am 27. October, begaben wir uns Isaraufwärts nach Wolfratshausen, 26,5 km oberhalb Münchens, und untersuchten dort die Loisach- und die Isar-Ufer unterhalb der Mündung der durch den Ort Wolfratshausen fliessenden Loisach. Nirgends war eine Spur von Beggiatoa zu entdecken, nur gewöhnliche Algen fanden sich wie in der Loisach, so in der Isar. Auch hier wurde eine Wasserprobe aus der Isar, nachdem sie die Loisach aufgenommen hat, geschöpft.

Bei der Annahme, dass die Beggiatoa überhaupt überall vorkommen kann, wenn sie nur die ihr zusagenden Lebens-

bedingungen findet, musste man aus dem negativen Befund schliessen, dass jedenfalls in Wolfratshausen bei dem vorliegenden Wasserstand und zu jener Zeit nicht so viel organische Substanzen und in der Form im Wasser vorhanden waren, dass sie zur Ansiedelung von grösseren Beständen jenes Spaltpilzes ausreichten.

Nun blieb noch zu untersuchen, wie es unterhalb Münchens aussah.

Zu dem Behufe sollte zunächst festgestellt werden, ob noch in Freising, 33 km unterhalb Münchens, Beggiatoa im Flusse vorkam. War dies der Fall, so war die Annahme nicht von der Hand zu weisen, dass ihr Gedeihen dem Einflusse Münchens auf die Zusammensetzung des Isarwassers zuzuschreiben war, mit anderen Worten, dass dort noch so viel Nahrungsstoffe für diese Spaltpilze im Wasser sich befanden, als sie nach allgemeiner Erfahrung zu ihrem Fortkommen zu brauchen scheinen; damit wäre freilich — das muss hier wiederholt betont werden — für die Grösse der Verunreinigung in dem Sinne noch kein Maassstab gewonnen worden, dass man etwa hätte sagen können, weil hier Beggiatoa gefunden wird, muss man anerkennen, dass die Verunreinigung der Isar durch München eine die zulässige Grenze überschreitende ist, denn dass dieselbe thatsächlich nicht vorhanden ist und sich dies auch später durch das Plus bei Einleitung sämmtlicher Fäcalien nicht wesentlich ändern kann, dürfte durch die zahlreichen chemischen Analysen des Wassers, die unter den verschiedensten Verhältnissen gemacht wurden, mit absoluter Sicherheit bewiesen sein.

Andererseits war bei negativem Befund in Freising zu ermitteln, an welcher Stelle des Flusses zwischen Ismaning und Freising die Beggiatoa wieder in grösserer Menge auftritt.

Am 28. October begaben sich die Verfasser mit der Bahn nach Freising und suchten die dortigen Isarufer (oberhalb der Einmündung der Moosach) nach den bekannten Pilzvegetationen mit aller Aufmerksamkeit ab, konnten aber nirgends etwas davon entdecken. Leider war es uns bei der Kürze der Zeit nicht möglich, die Isar abwärts so weit zu verfolgen, dass wir den Einfluss der Moosach auf die Isar hätten untersuchen können, was

desshalb von Interesse gewesen wäre, da dieser Fluss durch die Stadt Freising fliesst und genug Abfälle und Abwässer der Isar zuführt. Vielleicht ist es uns später einmal möglich, auch diese Verhältnisse noch festzustellen. Zur chemischen Untersuchung wurde auch hier am Pegel in der Nähe der Brücke eine Wasserprobe entnommen.

Nun blieb uns nichts übrig, als flussaufwärts gegen München zu wandern, um den Punkt zu finden, wo sich Beggiatoa wieder im Wasser zeigte. Da die Landstrasse nicht am Flusse hinführt, sondern stellenweise bis zu ½ Stunde vom Flusse entfernt ist, so beschlossen wir, zunächst die Strasse entlang und in gewissen Abständen wieder an den Fluss zu gehen. Auf diese Weise war es uns möglich, zu constatiren, dass auf der Höhe von Achering, ca. 25,5 km unterhalb Münchens, dann in Müntraching, ca. 22 km unterhalb München, Beggiatoa noch nicht vorkam, erst bei Garching, ca. 14,5 km unterhalb Münchens, also ganz nahe bei Ismaning (12,5 km unterhalb Münchens) zeigten sich wieder Beggiatoenmassen, die in der geschilderten Weise das Ufergestein und Wurzeln überzogen, aber deutlich in weniger üppiger Ausbildung als weiter oben. Dieses Resultat war ungemein lehrreich, denn es war damit aufs neue, so zu sagen auf biologischem Wege, der Beweis geliefert, dass das Isarwasser von München an bis Freising eine derartige Veränderung, bestehend in Abnahme seiner organischen Substanzen, erleidet, dass die Beggiatoa nicht mehr diejenige Menge derselben vorfindet, die es ihr ermöglicht, in grösserer Ausdehnung, rasenbildend zu wachsen und zu gedeihen, und es war überraschend, dass diese Selbstreinigung des Wassers schon auf der kurzen Strecke von München bis unterhalb Ismanings (12,5 km), also schon auf der Hälfte des Weges von München bis Freising (33 km) so weit vollzogen ist.

Das sind Thatsachen, die mit absoluter Bestimmtheit den Schluss zulassen, dass der Einfluss der Canalisation Münchens und der Stadtbäche auf die Verunreinigung des Isarwassers ein sehr geringer ist und dies auch bleiben wird, selbst wenn einmal nicht mehr blos der grösste Theil der Fäcalien, wie

bisher, sondern ihre Gesammtmenge in dieselbe gelangen werden, was wohl hoffentlich in nicht mehr allzu langer Zeit eintreten wird.

Bei alledem darf nicht ausser Acht gelassen werden, dass zur Zeit vorstehender Wahrnehmungen die Isar niedrigen Wasserstand hatte, was aus den amtlich ermittelten Pegelständen an den betreffenden Tagen hervorgeht (s. Tabelle S. 198)., die wir der gütigen Uebermittelung des Herrn Bauamtsassessors Böcking verdanken, dem wir an dieser Stelle unseren Dank für seine Aufschlüsse aussprechen. Stets herrschte demnach Niederwasser.

Es ist höchst wahrscheinlich, dass bei hohem Wasserstand die Verdünnung der organischen Substanz im Wasser einen solchen Grad erreicht, dass die Vegetation der Beggiatoa schon früher aufhört, und wir werden nicht versäumen, fortgesetzt unsere Aufmerksamkeit auf diese Verhältnisse zu richten, ebenso aber wäre es höcht wichtig, dass auch an anderen Flüssen einschlägige Beobachtungen gemacht und bekannt gegeben würden.

Wir gehen nun zum zweiten Theile unseres Berichtes, zur Besprechung der Analysen der Isarwasserproben über, die einen weiteren Beleg für unsere Annahme darstellen. Die chemische Untersuchung erstreckte sich auf die Bestimmung des Abdampfrückstandes, des Chlors und der organischen Substanz (ausgedrückt in Sauerstoffverbrauch zur Oxydation derselben) in Milligramm in 1 l. Die Proben sind zwar nicht an ein und demselben Tage geschöpft, da aber keinerlei Aenderung der meteorologischen Factoren während der drei Tage eingetreten war und nicht anzunehmen ist, dass sich die Zusammensetzung des Canalwassers in dieser Zeit wesentlich geändert haben könnte, so dürfen sie unbedenklich als unter gleichen Verhältnissen entnommen angesehen und können mit einander verglichen werden. Es mag noch vorausgeschickt werden, dass die Isar an den drei Tagen vollkommen klar ging und auch die Proben aus reinem, durchsichtigem Wasser bestanden. Die Resultate der Analyse sind in nachfolgender Tabelle unter Nr. VI enthalten und zum Vergleich mit einigen Untersuchungen aus der letzten Zeit zusammengestellt.

Nr.	Datum der Entnahme	Abdampfrückstand			Chlor			Sauerstoffverbrauch zur Oxydation			Pegelstände	
		[1]) Thalkirchen	Ismaning	Freising	Thalkirchen	Ismaning	Freising	Thalkirchen	Ismaning	Freising	[2]) Bogenhausen	[2]) Freising
I.	28. VI. 90.	—	176	194	—	1,87	1,87	—	2,40	2,16	— 2,96	+ 1,05
II.	21. VII. 90.	180	180	190	1,23	1,23	0,31	2,47	2,47	2,52	— 2,00	+ 1,53
III.	2. VIII. 90.	208	198	206	1,23	1,54	1,23	1,63	2,06	2,15	— 3,18	+ 0,95
IV	21. I. 91.	243.2	—	[3])a)248	0,62	—	a) 2,48	1,37		a)1,56	— 3,80	+ 0,30
				b)256.8			h) 2,48			b)1,66		
				c)252.4			c) 2,48			c)1,71		
V.	23. III. 91.	—	[4])a)226	224	—	a) 3,92	2,94	—	a.3,54	2,48	— 3,70	+ 0,70
			h)228			b) 3,92			b.3,54			
VI.	[5]) 26. X. 91.	Wolfratshausen			Wolfratshausen			Wolfratshausen			— 4,10	
	[6]) 27. X. 91.	219,2	213,6	225.6	1,96	?.94	2,94	2,0	2,2	1,6	— 3,96	—
	[7]) 28. X. 91										— 4,00	

Man sieht zunächst, dass die Zahlen von Nr. VI, absolut genommen, recht niedrige Werthe darstellen, dass insbesondere die organische Substanz, wie meistens, in Freising eine geringe Abnahme gegenüber Ismaning erfahren hat. Im übrigen fallen die Zahlen innerhalb der gewöhnlichen Grenzen, zwischen denen natürlich fortwährend Schwankungen der einzelnen Werthe stattfinden.

Auffallend ist noch das Verhalten der organischen Substanz, die in Freising einen niedrigeren Werth aufweist als in Wolfrats-

[1]) Thalkirchen ganz bei München an der Isar, ehe sie in das Stadtgebiet eintritt, hier zum Vergleich mit Wolfratshausen eingesetzt.

[2]) Bogenhausen bei München am rechten Ufer der Isar. Der Pegel befindet sich oberhalb der Einmündung des Hauptsiels in den Fluss. Der Nullpunkt desselben steht sehr hoch, da sich das Bett der Isar von Jahr zu Jahr vertieft. Daher sind die Zahlen hier negativ, während die für Freising bei tiefer gelegenem Nullpunkt des Pegels positives Vorzeichen haben.

[3]) a) Probe aus dem Stromstrich, b) vom rechten Ufer, c) vom linken Ufer.

[4]) a) Von der Oberfläche des Wassers, b) vom Flussboden.

[5]) Ismaning.

[6]) Wolfratshausen.

[7]) Freising.

hausen oberhalb Münchens (1,6 mgr und 2,0 mgr), was sicher damit zu erklären ist, dass die Stelle, wo das Wasser bei Wolfratshausen entnommen wurde, noch sehr nahe an dem verunreinigenden Ort liegt, während Freising bereits so weit von München entfernt ist, dass die Selbstreinigung sich vollziehen konnte.

Vergleicht man nun die Zahlen der früheren Analysen mit denen der jüngsten, so macht sich sofort eine gewisse Gruppirung derselben bemerklich, man sieht, dass, wenn wir Nr. V zunächst ausser Betracht lassen, Nr. I III die eine Gruppe, Nr. IV und VI die andere bilden, und dies spricht sich nicht nur in der chemischen Zusammensetzung des Wassers aus, sondern es zeigt sich auch, dass die Pegelstände und die klimatischen Verhältnisse übereinstimmen, denn wir haben bei I—IV durchweg hohen Wasserstand und Sommer, bei IV und VI exquisit niederen Wasserstand und Winter, resp. Herbst, und es scheint, wie Geh. Rath v. Pettenkofer [1]) gezeigt hat, geradezu charakteristisch für das Wasser im Sommer zu sein, dass da, wo meistens hoher Wasserstand herrscht, die anorganischen Bestandtheile des Wassers gegenüber den organischen das umgekehrte Verhältniss zeigen, wie im Winter und Herbst, wo sich meistens Niederwasser findet. Wir haben im Sommer (I—III) niederen Abdampfrückstand, niederen Chlorgehalt, hohe Zahlen für den Sauerstoffverbrauch. dagegen im Winter und diesen Herbst (IV und VI) hohen Abdampfrückstand, hohe Chlorzahlen und geringen Sauerstoffverbrauch. Im Sommer, wo mehr Regen fällt, wird viel mehr organisches Material von der Bodenoberfläche dem Fluss zugeführt, während bei trockenem Wetter, wie es bei V und VI herrschte, durch das Grundwasser anorganische Bestandtheile in grösserer Menge sich dem Flusswasser beimischen. Man erkennt also, dass Schwankungen in der Zusammensetzung des Wassers vorkommen, die rein von meteorologischen Verhältnissen abhängen, ohne dass sich das mindeste in der Beschaffenheit der verunreinigenden Zuflüsse von München her geändert zu haben braucht.

1) Beilage 2 zu Nr. 15 der »Münchener Gemeindezeitung« 1891.

Zum Schlusse möchten wir noch über einen Befund berichten, den wir zufällig beim Besuch von Wolfratshausen machten. Dort fanden wir in einer gefassten krystallklaren Quelle enorme Algenbestände von prachtvoll grüner Farbe und nahmen sie in einem Glase mit. Die Bestimmung wurde unterlassen, da sie keinen Zweck für uns hatte; wir liessen sie in wohl verschlossenem Glase im Laboratorium stehen. Nach nicht allzulanger Zeit aber begannen die Pflanzen unter Verfärbung zu faulen und entwickelten dabei einen intensiven Gestank, der an alles eher erinnerte, als an das reine Quellwasser und die schönen Algen, die ursprünglich in dem Glase gewesen waren.

Ebenso liefern die Beggiatoenkolonien, im verschlossenen Glase aufbewahrt, ein höchst unangenehm stinkendes, schwärzliches Product beim fauligen Zerfall unter lebhafter Ammoniakentwicklung, und es wäre nicht zu verwundern, wenn Jemand, der nicht auf den Grund der Dinge zu dringen vermag oder es nicht will, und dem man ein solches Glas zeigte mit der Behauptung, der Inhalt stamme aus einem durch Fäkalien verunreinigten Flusse, sich ohne weiteres mit Abscheu über die augenscheinlich und sinnfällig dort deponirten Fäcalien äusserte und der Abschwemmung von Fäcalien, nach seiner Meinung ganz folgerichtig, energisch entgegenträte. Daraus erhellt, wie höchst unwissenschaftlich nicht nur, sondern auch ungerecht ein Vorschlag ist, der schon scheinbar allen Ernstes hier in München gemacht wurde: dann die Abschwemmung aller Fäcalien von Seiten der Stadt München für gefährlich und verwerflich zu erklären, und darum zu verbieten, wenn durch »unparteiische« (sic!) Zeugen nach Ablauf eines Hochwassers konstatirt sei, dass es in den Ueberschwemmungsgebieten am Fluss nach Fäcalien rieche. Wohin man damit käme, mag der geneigte Leser selbst ermessen!

Auch in der Isar ist schon oft und viel, namentlich in der Nähe des Ufers und dort, wo sich hinter Kiesbänken seichte, stagnirende Buchten bilden, Schlamm gefunden worden, (und wir selbst haben, wie oben berichtet, derartigen Schlamm von Ismaning mit heimgebracht), der von schwarzer Farbe und ekelhaftem Geruche nichts weniger als appetitlich aussah und bei

ängstlichen Gemüthern heillosen Schrecken und sittliche Entrüstung über die Verpestung der Isar durch München eingeflösst hat und es ist gewiss, dass auch anderwärts, in anderen Flüssen Deutschlands ähnliche Funde gemacht werden können, die demjenigen, der nach Fäkalien sucht, sofort ein scheinbar untrügliches Beweismaterial in die Hand geben; allein abgesehen davon, dass man eben bei sorgfältigster mikroskopischer Untersuchung nichts Fäcalienhaftes findet, so haben wir in dem oben erwähnten faulenden Algen- und Beggiatoenschlamm einen neuen Beweis dafür, dass derartige Schlammbildungen häufig durch gar nichts anderes erzeugt werden, als durch abgestorbene und langsam faulende Pilz- und Algenmassen, die sich, weil abgestorben, zu Boden gesenkt haben und hier als stickstoffhaltige organische Körper als natürlichen Ausdruck ihrer Zersetzung stinkende Gase bilden, ohne dass das mindeste von Fäkalien dazu gekommen zu sein braucht, und wir haben die feste Ueberzeugung, dass auch der Flussschlamm, wie er sich in der Isar an einzelnen Stellen, allerdings nur bei lang anhaltendem Niederwasser hier und da findet, zum grössten Theil bedingt ist von derartigen Pilzen und Algen, niemals aber von Fäcalien, wie es sich bei den grünen Algen gezeigt hat, die am 27. Oktober aus Wolfratshausen mitgenommen wurden, und die im reinsten Quellwasser gewachsen waren.

Einige Versuche über die Abnahme des Wassers an organischer Substanz durch Algenvegetation.

Von

Th. Bokorny,
Privatdozent in Erlangen.

Dass durch grüne Pflanzen organische Substanz assimilirt werden kann, wurde schon mehrfach auf Grund experimenteller Untersuchungen behauptet; so sollen nach A. Meyer [1]) und E. Laurent [2]) Mannit und Dulcit in Stärke umgewandelt werden können, Mannit durch Oleaceenblätter, Dulcit durch Blätter von Evonymus europaeus oder auch durch Kartoffelsprosse. Dessgleichen sollen zahlreiche Blätter Dextrose und Lävulose in Stärke verwandeln können; Rohrzucker ist ebenfalls ein zur Stärkebildung fast allgemein taugliches Material, Galactose nur für wenige Pflanzen. Aus Glycerin können Kartoffelsprosse Stärke fabriciren (E. Laurent), ferner Blattstücke verschiedener Pflanzen (A. Meyer).

Bei Algen wurde Stärkebildung aus Glycerin zuerst durch Klebs [3]) beobachtet, später vom Verfasser. Legt man Spirogyren in eine 0,1 bis 1 %ige Auflösung von Glycerin, so erfolgt in kurzer Zeit reichlicher Stärkeansatz, wenn man dem Lichte Zutritt gestattet; langsam, wenn man das Licht ausschliesst.[4])

[1]) Botan. Ztg. 1886, Bildung von Stärkekörnern in den Laubblättern aus Zuckerarten.

[2]) Bot. Ztg. 1886 p. 81.

[3]) Beiträge zur Physiologie der Pflanzenzelle, Mittheilungen a. d. bot. Inst. zu Tübingen. II. Bd. 2. Heft.

[4]) Bokorny, Studien und Experimente über den chemischen Vorgang der Assimilation, Erlangen 1888, p. 33.

Methylalkohol und Aethylenglycol erwiesen sich bei Spirogyren gleichfalls als zur Stärkebildung taugliche Stoffe; [1]) Formaldehyd nur dann, wenn derselbe als formaldehydschwefligsaures Natron dargeboten wird [2]) (freier Formaldehyd ist zu giftig).

Um mit den genanntdn Stoffen ein positives Resultat zu erzielen, ist freilich oft grosse Vorsicht geboten. So gelingt die Stärkebildung mit formaldehydschwefligsaurem Natron nur dann, wenn man der Lösung etwas Dinatrium- oder Dikaliumphosphat hinzufügt, da die lebenden Zellen das Salz spalten in seine Componenten — Formaldehyd und saures schwefligsaures Natron — und letzteres schädlich wirkt; durch Dialkaliphosphat wird dieses in neutrales schwefligsaures Natron umgesetzt. Ohne Zusatz des Phosphates gehen die Algen regelmässig zu Grunde. Methylalkohol darf nicht in so hohen Concentrationen angewandt werden wie Glycerin oder gar Zucker, von welch letzterem die Zellen 5-, 10-, ja sogar 20procentige Lösungen längere Zeit ohne Schaden ertragen; bei Versuchen mit Methylalkohol ist 0,5 % die obere Grenze der anwendbaren Concentration, 0,1 bis 0,2 % im Allgemeinen die richtige Stärke.

Ferner ist es in manchen Fällen durchaus nöthig, erhebliche Lichtquantitäten hinzutreten zu lassen, um Stärkebildung in den grünen Zellen hervorzurufen. So gelingt der Stärkeansatz mit formaldehydschwefligsaurem Natron niemals im Dunkeln, sondern nur am Lichte (selbstverständlich muss bei Lichtversuchen die Kohlensäureassimilation ausgeschlossen worden, um einen hiedurch bedingten Stärkeansatz zu verhindern).

Manche Objecte eignen sich wenig zu künstlichen Ernährungsversuchen, weil sie zu empfindlich sind. Kurz, es ist auf eine Reihe von Dingen Rücksicht zu nehmen, wenn man zum Ziele gelangen will.

Eiweissbildung in Folge der Zufuhr von formaldehydschwefligsaurem Natron wurde von O. Loew [3]) bei Spirogyren beobachtet.

---

[1]) a. a. O. p. 25 und 30.

[2]) Bokorny, über Stärkebildung aus Formaldehyd, Ber. d. d. bot. Ges. 1891. Heft 4.

[3]) Sitzungsber. d. bot. Ver. zu München, bot. Centralbl. 1890 Nov.

Auf Ernährungstüchtigkeit im Allgemeinen wurden ferner von O. Loew und Verfasser noch verschiedene andere organische Verbindungen an Spirogyren geprüft [1]) Bei Asparaginsäure, welche in kalkkarbonathaltigem Wasser aufgelöst und in der Verdünnung 1 : 1000 angewandt wurde, war der ernährende Einfluss evident; Kreatin und Hydantoin (0,1 %) ernährten sehr gut, Urethan und Leucin weniger gut, Harnstoff und Guanidin gar nicht.

Nun ist klar, dass die Assimilation organischer Stoffe durch Algen oder sonstige Pflanzen einerseits zu einer Vermehrung der Trockensubstanz jener Pflanzen, andererseits zu einer Abnahme der Nährflüssigkeit (des Culturwassers) an organischer Substanz führen muss. Ersteres wurde vom Verfasser schon mehrfach constatirt, letztcres soll hier durch Beschreibung einiger neuer Versuche erwiesen werden. [2])

I.

Oxymethylsulfonsaures oder formaldehydschwefligsaures Natron ist eine Substanz, welche schon beim Kochen mit Wasser Formaldehyd abspaltet:

$$CH_2\langle{}^{OH}_{SO_3\,Na} = CH_2O + H\,SO_3Na.$$

Der freiwerdende Formaldehyd ist nun eine organische Verbindung, von welcher man annehmen darf, dass grüne Pflanzenzellen daraus Kohlehydrat zu bilden vermögen. Wenn die lebende Zelle im Stande ist, jenes Salz zu spalten, so wird also eine wässerige Auflösung von formaldehydschwefligsaurem Natron durch Algenvegetation an organischer Substanz ärmer werden müssen; der Formaldehyd wird im Moment des Freiwerdens zu Kohle-

[1]) Chemisch-physiologische Studien über Algen, Journ. f. pract Chemie neue Folge Bd 36, 1887, p. 272 ff.

[2]) Das Gelingen solcher Versuche ist in hohem Maasse davon abhängig, dass die Versuchsalgen während des Experimentes durchaus gesund bleiben. Denn sowie sie kränkeln und zum Theil absterben, treten organische Stoffe aus den Zellen aus und vermehren die organische Substanz der Versuchsflüssigkeit.

hydraten condensirt und als Stärke in den Zellen niedergeschlagen werden, also aus der Lösung verschwinden.

Thatsächlich erfolgt eine bedeutende Abnahme an Reductionsvermögen gegen Permanganat, wenn man 0,1 %ige Lösungen von formaldehydschwefligsaurem Natron mit Algen versetzt und mehrere Tage stehen lässt; gleichzeitig bemerkt man, dass sich die Zellen mit Stärke anfüllen, und dass sie sehr gut in der Lösung gedeihen. Da das bei der Spaltung frei werdende saure schwefligsaure Natron schädlich auf viele Algen einwirkt, ist es nöthig, der Auflösung auch etwas Dikalium- oder Dinatriumphosphat (etwa halbsoviel als formaldehydschwefligsaures Natron) hinzuzufügen, um das saure schwefligsaure Natron in unschädliches neutrales überzuführen; das hiebei sich bildende Monokalium(natrium)phosphat ist ebenfalls unschädlich, ja sogar vortheilhaft.

Am 2. October 1891 wurden je 250 ccm folgender drei Lösungen mit Spirogyra nitida (etwa 10 g feucht gewogen) versetzt und am Lichte stehen gelassen: 1. 0,1 % formaldehydschwefligsaures Natron + 0,05 % Dikaliumphosphat, 2. 0,1 % formaldehydschwefligsaures Natron + 0,05 % Dinatriumphosphat, 3. 0,1 % formaldehydschwefligsaures Natron + 0,05 % Dikaliumphosphat + 0,05 % Calciumnitrat + 0,025 % Magnesiumsulfat. Die Lösungen mit den Spirogyren wurden in geräumige Glasschalen mit übergreifendem Deckel verbracht und bedeckten den Boden der Schalen nur einige Millimeter hoch.

Nach 24stündigem Stehen wurden je 10 ccm herausgenommen, auf 100 gebracht und 20 davon mit Chamäleonlösung, welche genau auf 1/100 Normal-Oxalsäure eingestellt war, titrirt. Die angewandte Titrationsmethode war die Schulze-Trommsdorff'sche zur Bestimmung der organischen Substanz im Wasser. Jene 20 ccm wurden demgemäss mit 10 Tropfen einer Natronlauge von 30 % und 20 ccm jener Permanganatlösung versetzt, dann erwärmt und 10 Minuten lang im Kochen erhalten. Hierauf wurden nach dem Abkühlen 10 ccm einer 25 %igen Schwefelsäure zugesetzt und die Flüssigkeit mit 20 ccm der 1/100 Normaloxalsäurelösung schwach erwärmt bis zur völligen Entfärbung.

Endlich wurde mit Permanganatlösung versetzt, bis bleibende Röthung eintrat; die Anzahl der zuletzt gebrauchten Cubikcentimeter Permanganatlösung entsprach genau derjenigen, welche nöthig war, um die vorhandene organische Substanz zu oxydiren.

Sie betrug bei 1. 7,7 ccm, bei 2. 7,4, bei 3. 7,4 ccm.[1])

Nach Verlauf von 10 Tagen genügten zur Oxydation bei 1. 4 ccm, 2. 4,3 ccm, 3. 5 ccm Permanganatlösung. Der Gehalt der Lösungen an formaldehydschwefligsaurem Natron (gemessen an dem Reductionsvermögen gegen Kaliumpermanganat) war also sehr erheblich zurückgegangen, in einem Falle fast bis auf die Hälfte.

Da einige Bestimmungen mit genau abgewogenen Mengen von formaldehydschwefligsaurem Natron ergaben, dass 1 mg dieses Salzes 4 ccm jener Permanganatlösung bedarf, so berechnet sich für 1. ein ursprünglicher Gesammtgehalt von 240 mg, für 2. 231,3, für 3. 231,3 mg an formaldehydschwefligsaurem Natron. Nach 10 Tagen war die absolute Menge dieses Salzes (gelöst in 250 ccm Wasser) zurückgegangen auf 125 mg bei 1., 134,4 bei 2. und 156,2 bei 3.

10 g Spirogyra nitida hatten also binnen 10 Tagen verbraucht bei Versuch 1) 115 mg formaldehydschwefligsaures Natron, bei Versuch 2) 96,9 mg, bei Versuch 3) 75,1 mg dieses Salzes.

Um den Einwand zu beseitigen, dass möglicherweise eine blosse Selbstoxydation des Salzes, durch den Luftzutritt hervorgerufen, jene Abnahme wenigstens theilweise bedinge, wurde eine Probe mit 0,1 % formaldehydschwefligsaurem Natron + 0,05 % Dikaliumphosphat ohne Algenzusatz ganz in der eben beschriebenen Weise aufgestellt. Es zeigte sich, dass binnen 7 Tagen keine Abnahme des Reductionsvermögens eintrat.

Jene Verminderung des Reductionsvermögens bei den vorher beschriebenen Versuchen 1. 2. und 3. ist also auf Rechnung der Algenvegetation zu setzen. Die Algen verbrauchten das formaldehydschwefligsaure Natron — wahrscheinlich grösstentheils zu

[1]) Die Lösungen des formaldehydschwefligsauren Natrons waren nur annähernd auf 0,1 % gebracht worden, weil es auf die absolute Genauigkeit hier nicht ankam; darauf ist wohl die Verschiedenheit im Chamäleonverbrauche theilweise zurückzuführen.

ihrer Ernährung, indem sie aus dem einen Bestandtheil des Salzes (CH_2O) Kohlehydrat bildeten.

Pilze traten in den sämtlichen Nährflüssigkeiten nicht auf; sie konnten also nicht zum Verbrauch der organischen Substanz beitragen. Gerade in diesem Punkte ist formaldehydschwefligsaures Natron besonders günstig zu derartigen Versuchen, da hier die sonst so gerne sich einstellenden Pilze fern bleiben und also das Versuchsresultat nicht zweifelhaft machen.

II.

Ganz ähnliche Versuche wurden mit Glycerin angestellt; nur wurde statt des Dikaliumphosphates Monokaliumphosphat angewendet. Das Phosphat ganz wegzulassen, schien mir aus verschiedenen Gründen nicht rathsam.

Am 3. October wurde eine Lösung hergestellt, welche fünf Tropfen Glycerin auf 250 ccm Wasser enthielt und ausserdem 0,05 % Dikaliumphosphat und 0,05 % Chlorkalium. Die Lösung wurde wieder mit 10 g Spirogyra nitida beschickt und 24 Stunden stehen gelassen. Nach Ablauf derselben betrug der Verbrauch an Permanganat bei der Titration (siehe vorigen Abschnitt) 13,0 ccm.

Die Algen gediehen sehr gut in der Lösung und häuften Stärke in den Chlorophyllbändern an, wie verschiedene Male herausgenommene Proben zeigten.

Am 14. October wurde das Reductionsvermögen der Flüssigkeit abermals festgestellt; es wurden nur 4,4 ccm Permanganatlösung auf 20 ccm der zehnfach verdünnten Lösung gebraucht.

Die Flüssigkeit hatte also sehr bedeutend — um 66,2 % — an Reductionsvermögen abgenommen; die Algen hatten einen grossen Theil des vorhandenen Glycerins binnen 10 Tagen verbraucht.

Da indess bei diesem Versuch doch schliesslich etwas Pilze auftraten (die Flüssigkeit war zwar klar, aber einige Algenfäden zeigten sich von Fadenpilzen (Beggiatoa?) umsponnen, so stellte ich einen weiteren Versuch ganz ebenso auf und beendigte denselben schon nach 5 Tagen.

Lösung 1) enthielt fünf Tropfen Glycerin auf 250 ccm Wasser + 0,05 % Monokaliumphosphat; sie wurde mit 10 g Spirogyra nitida beschickt.

Lösung 2) enthielt annähernd ebensoviel Glycerin und Monokaliumphosphat, wurde aber nicht mit Spirogyren beschickt

Nach 24 stündigem Stehen betrug der Chamäleonverbrauch für 20 ccm der zehnfach verdünnten Flüssigkeiten bei 1) 13,4 ccm bei 2) 13,0 ccm.

Nach Ablauf von 5 Tagen betrug derselbe bei 1) 10 ccm bei 2) 13,0 ccm. Pilze waren während des Versuches nicht aufgetreten, die Flüssigkeit war völlig klar, die Algenmasse sehr schön von Ansehen.

Hier war also der Gehalt an reducirender Substanz (Glycerin) binnen 5 Tagen durch den Einfluss der Algenvegetation um 25,4 % zurückgegangen; ohne Algen fand eine Abnahme der organischen Substanz nicht statt.

Da eine besondere Bestimmung, mit genau abgewogener Menge wasserfreien Glycerins vorgenommen, ergab, dass 1 mg Glycerin zu seiner Oxydation 6,4 ccm Permanganatlösung erfordere, so berechnet sich bei dem zuerst beschriebenen Versuche eine Abnahme der absoluten Menge Glycerin von 254 mg auf 86 (in 250 ccm Wasser gelöst), bei letzterem von 261,7 auf 195,3 mg.

10 g Spirogyra nitida (feucht gewogen) verbrauchten also in ersterem Falle binnen 10 Tagen 168 mg [1]) Glycerin, in lezterem binnen 5 Tagen 66,4 mg desselben.

Ein Controllversuch ergab ferner, dass Glycerinlösungen von 0,1 %, mit Zusatz von 0,05 % Monokaliumphosphat ganz in derselben Weise aufgestellt, binnen 5 Tagen keine Verminderung des Reductionsvermögens erfahren.

Wir dürfen also auch bei den Glycerinversuchen annehmen, dass der Verbrauch an Glycerin durch die Algenvegetation bedingt sei. In welcher Weise die Algen das Glycerin verbrauchen, geht aus dem früher Gesagten hervor.

[1]) Abzüglich der jedenfalls geringen, durch kleine Pilzmengen verbrauchten Quantität.

Beiträge zur Kenntniss des Tabakrauches.

Von

Dr. M. Abeles und Dr. H. Paschkis,
Docenten an der Wiener Universität.

Ueber die Frage der Gesundheitsschädlichkeit des Tabakrauches sind, seitdem dieses narkotische Kraut zum allgemeinen Genussmittel wurde, die Meinungen getheilt. Obgleich sich zahlreiche Männer der Wissenschaft, darunter viele Aerzte, fanden und noch finden, welche die Gewohnheit des Rauchens für unschädlich, ja selbst für vortheilhaft erklären, so sind ihr doch, allerdings früher zahlreicher als jetzt, aus denselben Kreisen Gegner erwachsen, welche ihr verschiedene Schädlichkeiten nachsagten; in der jüngsten Zeit scheinen die Feinde des Tabaks an Zahl immer zuzunehmen.

Ueber die Art dieser Schädigung der Gesundheit wollen wir uns hier nicht verbreiten; es genüge die Bemerkung, dass insbesondere die Verdauungsorgane, das Herz und das Centralnervensystem unter der chronischen Tabakvergiftung leiden, welche Störungen schon Tiedemann 1854 gekannt hat und welche in neuerer Zeit durch Schotten 1868, Clemens 1872, Dornblüth 1877, Richter 1880 u. A. genauer studirt worden sind.

Selbst über das schädliche Agens, welches diesen chronischen Intoxicationen zu Grunde liegt, sind die Ansichten nicht geklärt. Es lag allerdings nahe, das Alkaloïd des Tabaks diesbezüglich zu beschuldigen. Aber obgleich die Wirkungen des Nicotins experimentell am Thiere und selbst am Menschen (durch v. Schroff)

festgestellt wurden, ist eine chronische Intoxication mit dem Alkaloïde allein nicht bekannt, da alle unsere Kenntnisse sich auf Tabakvergiftungen beziehen.

Es schien uns daher passend, eine Wiederholung der nicht allzu zahlreichen Versuche anzustellen.

Die meisten Untersuchungen des Tabakrauches beziehen sich auf die Frage der Anwesenheit von Nicotin in demselben. Vohl und Eulenburg leugneten die Anwesenheit desselben und erklärten die Vergiftungserscheinungen durch die im Rauche enthaltenen Pyridinbasen.

Nach Kissling, Heubel, Le Bon und Anderen ist dagegen das Alkaloïd in dem Rauche enthalten. Ausser Nicotin sind die schon genannten Pyridinbasen, ferner Kohlenoxyd, Schwefelwasserstoff, Cyanwasserstoff gefunden worden.

Es kann selbstverständlich nicht gleichgiltig sein, ob der Tabak direkt als Cigarre oder Cigarette oder indirekt durch die Pfeife geraucht wird. In dem letzten Falle werden die beim Rauchen gebildeten Producte der trockenen Destillation im Wassersacke der Pfeifenrohre zum grössten Theile condensirt, während sie beim directen Rauchen in den Mund und somit zur Resorption gelangen. Aus diesem Grunde wird das Rauchen aus Pfeifen schon von Tiedemann für minder schädlich gehalten als das von Cigarren. Wir suchten deshalb bei unseren Versuchen die Destillationsproducte zurückzuhalten.

Zu diesem Zwecke bedienten wir uns eines etwas complicirten, in ähnlicher Art aber anderer Anordnung schon von Kissling verwendeten Apparates.

Eine Anzahl von Kolben mit doppelt durchbohrten Stopfen wurden untereinander verbunden. Der erste, welcher in seinem Stöpsel eine bis nahe zum Boden reichende Glasröhre mit einem Mundstücke für die Cigarre führte, war mit 25 ccm (33 %iger) Natronlauge und 375 ccm Wasser gefüllt; der zweite enthielt nur destillirtes Wasser, der dritte 100 ccm (0,99 Normal-) Schwefelsäure und 300 ccm Wasser, der vierte wieder nur Wasser, der fünfte Alkohol, der sechste Aether; die Verbindung zwischen 4. und 5., sowie zwischen 5. und 6. wurde durch Glasröhren mit Glas-

hähnen bewerkstelligt, die übrigen waren nur durch Glasröhren verbunden. Der letzte Kolben stand mit einer grossen Wasserflasche in Verbindung, welche Luft aspirirte und den aus der Cigarre abfliessenden Rauch durch das Flaschensystem durchzugehen zwang. Durch Abklemmen des zum Aspirator gehenden Schlauches und durch passende Stellung der Glashähne gelang es, ein allmäliges Verglimmen der eingesetzten Cigarren zu erzielen. Nachdem Cigarren der k. k. österr. Tabakregie zu 2½ kr. häufig den Dienst versagt hatten, wählten wir sogenannte Cubacigarren à 5 kr., von welchen ca. 200 Stück verraucht wurden. Die Brenndauer einer Cigarre variirte von 30 bis 45 Minuten. Der Inhalt der vier ersten Kolben wurde dunkelbraun, jener der beiden letzten (Alkohol und Aether) hellweingelb gefärbt. Wir haben bisher nur den in der Lauge aufgefangenen Theil untersucht. Auch diese Untersuchungen sind nicht vollkommen; abgesehen von dem sehr belästigenden Geruche, welcher den Händen, Kleidern, den Haaren trotz grösster Vorsicht anhaftet, hat die lange Dauer der Einrichtungen und des Rauchens selbst, und die grossen Schwierigkeiten bei den Versuchen der Reindarstellung der schmierigen Produkte uns vorläufig an weiteren Fortschritten gehindert. Die alkalische Flüssigkeit und das im Kolben 2 enthaltene Wasser wurden vereinigt; dieselben enthielten keinen Cyanwasserstoff. Sie wurden zunächst mit Aether ausgeschüttelt. Der von der ätherischen Lösung abdestillirte Aether wird mit salzsaurem Wasser gewaschen, welches beim Abdampfen eine Salzmasse zurückliess, die beim Uebergiessen mit Kalilauge einen intensiven Geruch nach höheren Aminbasen entwickelte (Aethylamin?). Der nach dem Abdestilliren des Aethers verbliebene Rückstand wurde zunächst nochmals in Aether gelöst und mit salzsaurem Wasser gewaschen (1), welches einen Theil löste (2). Von der nach dem Waschen mit Salzsäure zurückgebliebenen ätherischen Lösung (1) wurde der Aether abgedunstet und der Rückstand durch Lösen in Petroläther gereinigt. Die zurückgebliebene wenig gefärbte krystallinische Masse wird aus heissem, absolutem Alkohol umkrystallisirt; die Lösungen erstarren beim Erkalten sofort. Die Krystalle

werden weiter durch Ausbreiten auf porösen Thonplatten von der Mutterlauge befreit und wieder mehrfach umkrystallisirt. Wir erhielten schliesslich weisse blättchenförmige Krystalle eines wachsartig weichen Körpers. Dieselben hatten den Schmelzpunkt bei 68° und erstarrten nach dem Erkalten wieder krystallinisch. Sie sind schon bei gewöhnlicher Temperatur, insbesondere aus Lösungen (beim Umkrystallisiren) flüchtig. Der Körper ist selbst in concentrirten Mineralsäuren und Laugen unlöslich, löst sich dagegen leicht in Alkohol, Chloroform, Eisessig, Petroläther. Fügt man zu einer Lösung desselben in Chloroform vorsichtig concentrirte Schwefelsäure hinzu, so färbt sich jene am Rande vorübergehend schön himmelblau. Die Gesammtflüssigkeit wird dann rosenroth. Der Körper enthält keinen Stickstoff. Bei der Elementaranalyse ergaben

0,1467 g 0,4500 CO_2 = 0·1227 entsprechend 83,64 % C
und 0,241 H_2O = 0,0267 entsprechend 18,2 % H.

Der Körper hatte kaum einen Geruch, jedenfalls nicht mehr, als ihm von der Bereitung anhaftete und keinen Geschmack. Er schien uns zunächst der bereits bekannte Tabakscampher Nicotianin zu sein; er unterscheidet sich aber von diesem, welcher Tabaksgeruch und bitterlich aromatischen Geschmack haben soll durch das Fehlen dieser, ferner in der Zusammensetzung, indem dem Nicotianin nach Gerhardt die Formel $C_{23}H_{32}N_2O_3$ (nach Barral's Analyse berechnet), zukommen soll.

Unser Körper brachte weder beim Frosche, noch beim Kaninchen, noch bei uns selbst Erscheinungen hervor. Das Nicotianin Hermbstaedt's soll Zunge und Schlund reizen und zu 0,03 in ½ Stunde Kopfweh, Uebelkeit und Brechneigung hervorgerufen haben, jenes von Posselt und Reiman gar nicht reizend und selbst zu 0,12 nur etwas Aufstossen bewirkt haben. Die Möglichkeit ist nicht ausgeschlossen, dass jene Körper mit Nicotin o. a. verunreinigt waren. Vogl (Lehrbuch der Arzneimittellehre 1891) meint, dass das Nicotianin vielleicht ein mit Nicotin verunreinigtes Stearopten sei. Wir werden den Körper, welcher rein nur in minimaler Menge zu erhalten ist, noch weiter untersuchen.

Die weitaus grössere Menge jenes Krystallbreies, welcher nach der oben angegebenen Behandlung resultirt, ist eine amorphe, braunrothe, öligharzige Masse, welche bei der Reinigung der Krystalle auf Thonplatten von diesen eingesaugt und durch Ausziehen dieser mit Alkohol wieder gewonnen wurde. Diese Masse löst sich weder in Wasser noch in Säuren oder Alkalien, reagirt neutral und hat den ekelhaften Geruch und Geschmack des beim Rauchen in der Pfeife sich ansammelnden Tabakssaftes. Dieses durch wiederholtes Waschen mit Säuren und Wasser sicherlich von Basen (auch von Pyridin) vollkommen befreite Oel wirkte bei mehreren Fröschen (R. temporaria und esculenta) schon in sehr geringer Menge (von einer Lösung eines Tropfens in 10 ccm Alkohol oder einer gleich starken Emulsion in Wasser $^1/_4$ bis $^1/_2$ Pravaz'sche Spritze in den dorsalen Lymphsack injicirt) stets in gleicher Weise giftig. Die Thiere gingen unter Lähmungserscheinungen innerhalb 6—12 Stunden zu Grunde. Die Herzbewegungen wurden immer schwächer, um schliesslich gänzlich (in Diastole) aufzuhören. Brechbewegungen und Einfluss auf die Respiration wurden nicht beobachtet. — Die ursprüngliche salzsaure Lösung (2) wurde mit Sublimat gefällt, wobei zuerst ein gelber, öliger und dann ein massenhafter weisser, krystallinischer Niederschlag entstand; das Filtrat (3) von diesem wurde später weiter behandelt.

Der Sublimatniederschlag wurde in Wasser vertheilt, mit Schwefelwasserstoff zerlegt, von diesem befreit und die Flüssigkeit abermals mit Sublimat gefällt. Von diesem Niederschlag gaben 0,4065 gm nach dem Lösen in wenig Salzsäure und Wasser beim Fällen mit Schwefelwasserstoff 0,2931 gm HgS entsprechend einem Gehalte von 62,14% Hg.

Pyridinquecksilberchlorid $C_5H_5N\,Hg\,Cl_2$ verlangt 60,6 % Hg.

Nicotinquecksilberchlorid $C_{10}H_{14}N_2\,3\,Hg\,Cl_2$ verlangt 65,6% Hg.

Wir hatten also anscheinend mit einer Mischung von Nicotin- und Pyridinbasen vor uns. Bei der Zersetzung des Gesammtniederschlages mit Schwefelwasserstoff hinterblieb nach der Entfernung des Schwefelwasserstoffes, Alkalischmachen und Aetherausschüttelung der Flüssigkeit ein gelbliches Oel von

eigenthümlich stechendem, nicht vollkommenem Nicotingeruche. Auch die Untersuchung des Drehungsvermögens zeigte, dass wir es nicht mit reinem Nicotin zu thun hatten. Dessenungeachtet ergab die physiologische Prüfung am Thiere (Frosch und Kaninchen) Nicotinwirkung, was bei der prägnanten Wirksamkeit des Nicotins, auch in minimalen Dosen, begreiflich ist. — Die von dem ersten Sublimatniederschlage abfiltrirte Flüssigkeit (3) musste nach unserer Meinung noch Pyridinbasen enthalten. Sie wurde durch Schwefelwasserstoff von dem überschüssigen Quecksilberchlorid befreit, hierauf der Schwefelwasserstoff entfernt, sodann die dunkelgelbe Flüssigkeit unter Zusatz von Schwefelsäure stark eingeengt, mit einem Ueberschuss von Natronlangs versetzt und destillirt. (In einem Theile wurde nach der Entfernung des Quecksilbers und des Schwefelwasserstoffes mit Soda gefällt und mit Aether ausgeschüttelt.) Das kaum gelblich gefärbte Destillat reagirte stark alkalisch und roch deutlich nach Pyridin. Eine Spritze dieser Lösung bewirkte bei Fröschen nach 5 bis 10 Minuten Aufhören der Respiration und im Verlaufe einer Stunde leichte Lähmungserscheinungen mit Verringerung der Reflexerregbarkeit. Die Thiere ertrugen die Rückenlage und reagirten auf Reize nur sehr träge. Während etwa 24 Stunden stellte sich die Athmung wieder ein und nach zwei Tagen waren die Thiere wieder vollkommen munter und normal. Auch wiederholte Injectionen wurden gut ertragen.

Schliesslich wurde die ursprüngliche alkalische Flüssigkeit auch von Kolben 1 und 2, welche nach dem Ausschütteln mit Aether vollkommen klar und gelbröthlich geworden war, mit Schwefelsäure angesäuert und abermals mit Aether ausgeschüttelt. Nach der Entfernung des Aethers hinterblieb eine kleine Menge einer rothbraunen und unangenehm säuerlich riechenden, aber doch nicht so abscheulich stinkenden, öligen, schwach sauer reagirenden Flüssigkeit. Dieselbe wurde durch Waschen von etwa anhängenden Salzen befreit und sodann in alkoholischer Lösung oder in einer mit einer Spur Soda neutralisirten, trüben, wässerigen Lösung zu Versuchen verwendet. Sie erwies sich für Frösche sehr giftig. Schon sehr kleine Mengen brachten zunächst heftige

Brechbewegungen hervor; nach einiger Zeit sistirte die Athmung und nach 24 bis 36 Stunden selten nach noch längerer Zeit bis zu drei Tagen traten heftige tetanische Reflexkrämpfe auf, in welchen die Thiere zu Grunde gingen. Die Herzbewegungen werden dadurch nur wenig beeinflusst.

Aus unseren Versuchen wollen wir zunächst noch keine Schlüsse ziehen, sondern behalten uns dieselben bis zur Beendigung der langwierigen und beschwerlichen Untersuchungen, welche wir fortsetzen, vor; nur die Auffindung des nicht giftigen Kohlenwasserstoffes und die Giftigkeit eines von Basen (Nicotin und Pyridin) vollkommen freien indifferenten Stoffes möchten wir schon jetzt hervorheben.

Wien, Laboratorium f. med. Chemie.

Ueber die Zusammensetzung des überreifen Käses.

Notiz

von

Dr. Arnaldo Maggiora,
beauftragt. Prof. der Hygiene an der k. Universität zu Turin.

Es ist bekannt, dass der frisch bereitete Käse gewöhnlich nicht essbar ist, er bildet eine geruchlose und unschmackhafte Masse von compacter, häufig lederartiger Beschaffenheit, die nur schwer kaubar und verdaulich ist und dem Einflusse von Lösungsmitteln äusserst hartnäckig widersteht. Unter geeigneten Bedingungen jedoch erleidet der Käse eine Reihe von physikalisch-chemischen und biologischen Umänderungen, welche seine Reifung hervorbringen. Dies erfolgt in den günstigsten Fällen in regelrechter Weise und man spricht dann von Reifung mit normalem Cyclus; unter ungünstigen Verhältnissen hingegen tritt die Reifung mit anormalem Cyclus auf. Im ersten Falle erhält man einen Käse von typischem Charakter; im zweiten einen Ausschusskäse.

Die Reifung geht in verschiedener Weise bei dem weichen und dem harten, gekochten Käse vor sich. Beim weichen beginnt die peripherische Zone sich zu erweichen, sie wird durchscheinend, speckig, oft auch zähflüssig; diese speckige Schichte gewinnt immer mehr an Ausdehnung, und zwar auf Kosten der centralen porcellenartigen Partie. Parallel mit diesen Modificationen der physikalischen Eigenschaften der Masse und der Verdunstung einer gewissen Quantität von Wasser erfolgen Veränderungen in der chemischen Zusammensetzung derselben, die sich durch Production von schmackhaften und riechenden Körpern kundgeben: schliesslich tritt ein Zeitpunkt ein, wo der Käse eine gleichförmige Struktur besitzt, einen durchscheinenden,

consistenten Teig mit charakteristischem Geschmacke und Geruche bildet, kurzum ein Zeitpunkt, in dem er reif geworden ist.

Von dieser centripetalen Reifung unterscheidet man eine diffuse Form, welche homogen und gleichzeitig in allen Punkten der Masse vor sich geht und bei den harten, gekochten Käsearten (Grana, Emmenthal) anzutreffen ist.

Der harte Käse löst sich leicht im Munde; beim Umrühren in Wasser von 50° bildet er eine fadenziehende Masse; beim Kneten im Mörser mit Zusatz von wenig kaltem Wasser sammelt sich die Fettsubstanz in Form von glomeruli; er löst sich schnell, zum Theil, bei Einwirkung von Aether, Alkohol und Wasser.

Die chemischen Erscheinungen, welche diese vom Gesichtspunkte der Ernährung sehr wichtigen Veränderungen charakterisiren, wurden in ihren Hauptzügen von Brassier [1]), Manetti und Musso [2]), Duclaux [3]), Weidmann, Röse und E. Schulze [4]), F. Benecke und E. Schulze [5]) und von J. Klein [6]) studirt.

Diese Erscheinungen sind im Wesentlichen das Resultat einer Reihe von Fermentationen, denen das Paracasëin, der Milchzucker, die Fettstoffe, und auch die Mineralsalze des frischen Käses unterliegen.

Das Studium der Ursachen und der biologischen Factoren der Reifung des Käses, welches von Manetti und Musso [7]) im Jahre 1876 begonnen, und später von Benecke [8]) fortgesetzt wurde, ist speciell durch Duclaux [9]) in bedeutender Weise gefördert worden, welcher als Begründer der Mikrobiologie der Käsefabrikation betrachtet werden kann. Dank den Studien dieses

[1]) Brassier. Annales de chim. et physique. 1865. V. 270.

[2]) Manetti und Musso. Die landwirthschaftl. Versuchsstationen. 1876. Vol. 21. Pag. 211.

[3]) Duclaux. Le lait. Paris. 1887.

[4]) Weidmann, Röse und E. Schulze. Landwirthschaftl. Jahrbücher 1882. Pag. 587.

[5]) F. Benecke und E. Schulze. Ibid. 1887. P. 317.

[6]) J. Klein. Bericht über die Thätigkeit des milchwirthschaftl. Instit. zu Proskau von 1886—1888.

[7]) und [8]) a. a. O. — [9]) Milchzeit. XVI. S. 591.

Experimentators und deren von Hugo de Vries [1]. Adametz [2], Freudenreich [3], Weigmann [4], Graeff-Alkmar [5] und anderen kennen wir jetzt jene Mikroorganismen, welche speciell die Reifung gewisser Käsearten bedingen. Anderen Untersuchungen gelang es auch, Bakterien zu isoliren, welche als Ursache einer abnormen Reifung des Käses erkannt wurden [6].

Alle diese Untersuchungen klärten die in Rede stehenden Erscheinungen, wenn sie auch nicht dazu genügten, um das Studium des weiten Gebietes vollständig zu erschöpfen.

So lassen sie z. B. eine vom hygienischen Standpunkte wichtige Frage ungelöst, auf die ich meine Aufmerksamkeit richtete.

Die Käsearten, welche man gewöhnlich geniesst, sind in der Reifung nicht immer zur richtigen Grenze gelangt, sondern überschreiten oft mehr oder weniger, zuweilen sehr bedeutend, diese Grenze. Der Genuss des überreifen Käses ist — man kann wohl sagen — allgemein verbreitet. Desshalb ist es von Interesse, die chemische Zusammensetzung desselben und seinen Nährwerth festzustellen.

Selbstverständlich erheischt diese Frage ein Specialstudium für eine jede Käsesorte. Ein langsam reifender Käse kann schon seit Monaten den höchsten Grad der Reifung erreicht haben und doch weniger zersetzt erscheinen, als eine andere Käseart, die erst seit wenigen Tagen ihre Reife erlangt hat. Von diesem Gesichtspunkte ausgehend, habe ich eine einheimische Käseart, deren Genuss im nördlichen Italien sehr verbreitet ist, d. h. den gewöhnlichen überreifen Strachino (in der Volkssprache Gorgonzola genannt) studirt.

Meine Untersuchungen beschränken sich vorläufig auf drei Proben, welche den richtigen Reifungsgrad in verschiedenem Maasse überschritten haben.

---

[1]) Referat im Vierteljahrs. üb. d. Fortschr. d. Chem. d. Nahrungs- u. Genussm. 1888. S. 359. — [2]) Landwirthschaftliche Jahrbücher. XVIII. S. 227 bis 270. — Milchzeitung. 1891. S. 22. — [3]) Annal. de micrographie. 1890. p. 257. — [4]) Milchzeit. 1890. S. 741. — [5]) Vierteljahrs über d. Fortschr. etc. 1891. S. 174. — [6]) Freudenreich; a. a. O. S. 553 und Landwirthsch. Jahrb. 1890. S. 17. — Schaffer; Molker-Z. II. 343. — Adametz; a. a. O. — F. Graeff-Alkmar; a. a. O.

Die Probe Nr. 1 war am wenigsten verfault, war speckig weich, zeigte eine sehr reiche, diffus ausgebreitete Vegetation von penicillium glaucum, nebst einigen mit lebenden Fliegenlarven gefüllte Cavernen; andere enthielten eine grauliche, weiche, flüssige Masse.

Probe Nr. 2 war stärker verändert und zeigte sich fast in eine pulpöse Masse umgewandelt, welche an vielen Stellen klebrig war und zahlreiche Fliegenlarven und Puppen enthielt. Der Geschmack derselben war ätzend, aber nicht unangenehm.

Probe Nr. 3 wurde kurze Zeit nach Erreichung der Reife in ein Glasgefäss mit geschliffenem Stöpsel gelegt und in diesem ungefähr 7 Monate lang gelassen. Nach dieser Zeit erschien sie von dunkelgelber Farbe, weich, war zähe, und hatte einen starken und ätzenden Geschmack.

Mikroskopische Prüfung.

Probe I. Man sieht in den Präparaten eine amorphe Masse von proteïnartiger Beschaffenheit, welche den grössten Theil des Präparats einnimmt; Fettkügelchen in grosser Menge und von verschiedenem Volumen; Crystalle von Leucin, Tyrosin und von Fettsäuren, Bacterien von verschiedener Form und Volumen, Bacillen, Coccen und Saccharomyceten; jedoch alle nur in geringer Zahl; Myceliumfäden und wenige Fliegeneier.

Probe II. A. Der am wenigsten verfaulte Theil zeigt: amorphe Masse; Fettkügelchen in ziemlicher Quantität; zahlreiche Tyrosinkrystalle; Krystalle von Leucin und Fettsäuren; verschiedenartige Bacterien; Penicilliumfäden und den Oïdiumzellen ähnliche Gebilde. In den oberflächlichen Schichten dieses weniger faulen Theiles sind nebst den angeführten Bestandtheilen viele Fliegeneier, Bacterien und Myceliumfäden in reichlicher Menge, Formen, ähnlich dem von Duclaux beschriebenen Pyrotrix.

B. Der am meisten verfaulte Theil zeigt: amorphe Masse; wenige Fettkügelchen; die obenerwähnten Krystalle, Myceliumfäden; Bacillen und bewegliche und unbewegliche Spirillen; Oïdiumzellen, Insecteneier. Dieser Theil unterscheidet sich vom vorhergehenden durch die grössere Quantität von Bacterien, Myceliumfäden und Insecteneiern, sowie durch eine geringere Menge von Fettkügelchen.

Die Prüfung der Kruste zeigt die gewöhnliche amorphe Masse nebst einer gewissen Quantität von Krystallen organischer Herkunft, wenige Fettkügelchen, zahlreiche mineralische Krystalle, Myceliumfäden, Fermenzellen, Schimmelsporen, wenige Insecteneier und rothe Pigmentkörnchen. (Anatto?)

Die Prüfung der Culturen, welche mit geringen Mengen verschiedener Abschnitte dieses Käses bereitet wurden, liess folgende Formen erkennen: Mikrococcus candidus, mikrococcus albus fluidificans, mikrococcus citreus conglomeratus, mikrococcus rosaceus, sarcina alba, Saccharomyces roseus, bacillus albus, eine Art von bacillus subtilis, proteus vulgaris, spirillum hyrogenum.

Probe III. Das Gesichtsfeld ist grösstentheils von Mikroorganismen erfüllt, die verschiedene Formen und Volumen zeigen; man sieht kurze und lange, schmale und breite, grade und gebogene Bacillen und viele Spirillen, welche morphologisch den Deneke'schen ähnlich sind; Fäden und Endstücke von Aspergillus und Penicillium, aufgebrochene Fliegeneier. Es ist ferner eine geringe Quantität von amorpher Masse vorhanden, Krystalle von Tyrosin und Leucin, oktaedrische Krystalle von Kochsalz; Fettkügelchen fehlen. Durch Culturen liessen sich die folgenden Arten isoliren: Mikrococcus candidus, mikrococcus luteus, mikrococcus albus fluidificans, sarcina rosea, sarcina alba, aspergillus glaucus, penicillium glaucum, zwei Colonien von proteus vulgaris, mehrere von bacillus subtilis, sehr viele von bacillus fluorescens liquefaciens.

Chemische Analyse.

Die chemische Analyse der angeführten Proben, deren Methodik ich später anführen werde, ergab folgende Resultate:

Procentische Zusammensetzung der drei Arten von überreifem Käse:

Bestandtheile	Probe I.	Probe II.	Probe III.
Hygroskopisches Wasser	34,41	32,43	37,63
Reinfett	37,52	34,08	36,19
Gesammtmenge des Stickstoffs	4,280	4,15	4,311
Rohprotein	26,75	25,937	26,94

Stickstoff nach Stutzer	2,592	1,273	0,580
Reinproteïn	16,200	7,956	3,625
Ammoniak-Stickstoff	0,677	1,264	1,855
Amiden-Stickstoff	1,011	1,493	1,876
Rohe Asche (weniger NaCl) . . .	2,743	5,778 [1])	9,545 [1])
Kochsalz	1,332	0,990	0,917

Die in der angeführten Tabelle ersichtlichen Resultate sind sehr charakteristisch. Man sieht, dass wenn der Stracchino überreif wird, sein Gehalt an Wasser und Fettstoffen keine nennenswerthen Veränderungen erleidet.

Die Beschaffenheit der Fettstoffe jedoch ändert sich beim Fortschreiten der Zersetzung des Käses. In der That wuchs die Quantität der Kalilauge, welche zur Saturation der freien Fettsäuren nothwendig war, in folgender Weise:

	Probe		
	I	II	III
Säurezahl [2])	29,01	37,00	49,53

Die Quantität der Proteinsubstanzen hingegen ist wesentlichen Variationen unterworfen.

Auf Kosten des Paracaseïns bilden sich immer grössere Quantitäten von Leucin und Tyrosin einerseits, und von ammoniakalischen Salzen anderseits. Dieses Factum wird evidenter, wenn man die Menge des in verschiedenen Formen erscheinenden Stickstoffes in den drei Proben mit den Ziffern vergleicht,

	Kaum reif gewordener Käse	Ein Jahr alter Käse	Ueberreifer Käse Probe		
			I	II	III
Gesammtmenge des Stickstoffs	3,252	4,314	4,28	4,15	4,31
Reinprotein-Stickstoff	—	—	2,59	1,27	0,58
Amid-Stickstoff	—	—	1,01	1,49	1,87
Ammoniak-Stickstoff	0,056	0,231	0,67	1,26	1,85

[1]) Die grosse und ganz abnorme Menge von mineralischen Substanzen dieser zwei Proben lässt sich dadurch erklären, dass die beiden Käsesorten mit einer künstlichen Kruste von gekochtem Gyps überzogen waren, um sie äusserlich zu erhärten und um ihre Form zu erhalten, die wegen Erweichung des Käses sonst verloren gegangen wäre.

[2]) In einem vor Kurzem bereiteten Gorgonzola habe ich eine Säurezahl = 1,7, und in einem anderen ziemlich gut gereiften eine Säurezahl von 22,4 gefunden.

welche in dem kaum reif gewordenen und in dem ein Jahr alten Stracchino von Musso und Menozzi angetroffen wurden.[1])

Man sieht, dass in der Probe Nr. 1, die unter allen die jüngste war, fast $^2/_3$ der Proteïnsubstanzen erhalten sind; in der Probe Nr. 2 vertheilt sich der Stickstoff fast gleichmässig auf die zurückbleibende Proteïnsubstanz, Amiden und ammoniakalischen Salze; während in der Probe Nr. 3 der Stickstoff der Proteïnsubstanzen nicht mehr als ungefähr $^1/_7$ des ursprünglichen und $^1/_3$ desjenigen repräsentirt, welcher der Gruppe der Amiden und den ammoniakalischen Salzen angehört.

Wenn wir der physiologischen Wichtigkeit dieser Bestandtheile Rechnung tragen, dann müssen wir anerkennen, dass der Käse beim Ueberschreiten der richtigen Reifungsgrenze mit Bezug auf seinen Nährwerth progressiv verdirbt; dies kann so weit gehen, dass man im Käse fast nichts als Wasser, freie oder durch Ammoniak verseifte Fettsäuren, Leucin, Tyrosin und Mineralsalze antrifft, nebst einer enormen Menge von Bakterien, von deren Protoplasma wahrscheinlich der grösste Theil, wenn nicht die fast ganze Menge der Proteïnstoffe abstammt, die man mittels der gewöhnlichen analytischen Methoden nachzuweisen vermag.

Dass derartige Käsesorten keine Nährsubstanz von bedeutendem Werthe repräsentiren können, liegt klar auf der Hand. Dieselben können nicht einmal als ein gutes nervenstärkende Mittel angesehen werden, weil die reizenden Bestandtheile derselben an eine so grosse Menge von ammoniakalischen Salzen und anderen Zersetzungsprodukten gebunden sind, dass sie die Verdauungswege durch Production von Katarrhen reizen können. Es ist desshalb, abgesehen davon, dass in dem überreifen Käse Giftstoffe enthalten sein können, und dass es unvernünftig ist, dem Organismus eine so grosse Quantität von solchen lebenden Bakterien einzuverleiben, diejenige Verordnungsmaassregel vollständig begründet, welche den Handel mit zu alten Käsesorten verbietet[2]).

[1]) Le Stazioni sperimetnati agrarie italiane. 1877.

[2]) Art. 110 der italien. Verordnung über die hygienische Ueberwachung der Lebensmittel.

Methode der Analyse.

Die verschiedenen Bestimmungen wurden nach den Methoden ausgeführt, die gewöhnlich bei der Analyse der Nahrungsmittel und des Futters der Thiere verwendet werden [1].

1. Vorbereitung der Probe. Der zu untersuchende **Käse** (1/3—1/4 des ganzen Stückes [2]) wurde in einem Mörser gestossen, bis er einen Teig bildete. Dieser wurde dann durch ein metallisches Sieb geleitet, dessen Maschen kleiner als 1 qmm waren. Die Masse, welche durch das Sieb hindurchging, legte man in ein weites Gefäss, man knetete sie lange Zeit und verschloss sie dann in einem Glasgefäss mit geschliffenem Stöpsel. Hieraus wurden die zu den verschiedenen Bestimmungen nothwendigen Quantitäten genommen.

2. Bestimmung des Wassers. Zwei bis drei genau gewogene Gramm der Substanz wurden mit 23 g kieseligem präparirtem Sande gemischt; man trocknete sie im Ofen bei 100° bis ein constantes Gewicht erreicht wurde.

3. Bestimmung des Fettes. Die trockene Substanz, welche in der oben angegebenen Weise erhalten wurde, legte man in eine Hülse von entfettetem Papiere, dann wurde dieselbe in dem Apparat von Soxhlet bei 45° (siedendem) Petroleumäther ausgezogen. Die Anwendung des gewöhnlichen Aethers zur Extraction der Fettstoffe erwies sich nicht geeignet wegen der grossen Quantität von ammoniakalischen Seifen im Käse. Mit Petroleumäther erhielt ich eine vollkommen homogene Masse.

4. Rohproteïn. Dieses wurde an einem oder zwei Gramm der Substanz nach der Methode von Kjeldahl bestimmt. Die Substanz wog man auf einem Stückchen stickstofffreien Filtrirpapier und legte sie dann zum Zwecke der Zersetzung in dieses eingewickelt, in ein Kölbchen.

$$N \times 6{,}25 = \textbf{Rohproteïn.}$$

5. Reinproteïn. Die Trennung der Eiweisssubstanzen des Käses wurde nach der Methode von A. Stutzer ausgeführt an

[1] J. König. Untersuchung landwirthschaftlich und gewerblich wichtiger Stoffe. Berlin. 1891. P. 211 u. f.

[2] Ein ganzes Stück wiegt ungefähr 12 kg.

ungefähr genau gewogenen 2 g. Das kupferhaltige Präcipitat wurde gewaschen und getrocknet und zur Bestimmung des N nach der Methode von Kjeldahl benutzt. N $\times$ 6,25 = Reinprotein.

6. Ammoniak-Stickstoff. Die genau gewogene Substanz (2—3 g) wurde in einem Mörser zerstossen mit wachsender Menge von ammoniakfreiem destillirten Wasser; die Emulsion, ungefähr 250 ccm, wurde in denselben Apparat geleitet, welcher in den vorangehenden Operationen zur Destillation des Ammoniaks verwendet wurde, und mit 5 g gebrannter Magnesia und mit ein wenig Paraffin behandelt.

7. Amid-Stickstoff. Derselbe wurde durch die Differenz, bezw. durch Abzug der dem Reinprotein und dem Ammoniak angehörigen Zahl von der Zahl des Gesammtstickstoffs bestimmt

8. Mineralische Stoffe. Man verkohlte bei niederer Temperatur 5 g Käse. Die verwendete Masse wurde gestossen und zu wiederholten Malen mit kochendem Wasser ausgelaugt; dann legte man den Filter (schwedisches Papier) in eine Platinschale, trocknete, erhitzte zur Rothgluth bis die Kohle vollständig verbrannt wurde; über der erhaltenen weissen Asche verdampfte man den Wasserextract, dann wurde die Schale kurze Zeit dunkelroth erhitzt und gewogen.

9. Kochsalz. Die rohe Asche der vorangehenden Operation wurde in verdünnter Salpetersäure aufgelöst, dann wurde in der erhaltenen Lösung das Chlor nach der Gewichtsbestimmungsmethode dosirt, indem es als Chlorsilber niedergeschlagen wurde, nach den Angaben der quantitativen chemischen Analyse von Fresenius.

Aus der erhaltenen Chlormenge berechnete man die Menge des Kochsalzes. Die procentische Aschenquantität, welche oben in der Tabelle angegeben ist, ist kochsalzfrei. Die Daten dieser Tabelle drücken die Mittelzahl zweier übereinstimmender Bestimmungen aus. Ich behalte mir vor, diese Untersuchungen fortzusetzen und werde sie auch auf eine andere in unseren Provinzen vielfach verbreitete Käseart ausdehnen.

Die Bernsteinsäure als Product der alkoholischen Gährung zuckerhaltiger Flüssigkeiten, nebst Studien über die quantitative Bestimmung derselben.

Von

Alfred Rau.

(Mittheilung aus der Kgl. Untersuchungsanstalt für Nahrungs- und Genussmittel Erlangen.)

Unter den Producten der alkoholischen Gährung zuckerhaltiger Flüssigkeiten sind es die Mengen von Bernsteinsäure, welche ein besonderes Interesse beanspruchen, namentlich mit Rücksicht darauf, ob die Bildung von Bernsteinsäure und Glycerin immer in bestimmtem Verhältniss stattfindet, oder aber, ob die Bernsteinsäure unabhängig von der Glycerinbildung durch den Gährungsprocess entsteht.

Mit diesen Fragen hat sich Pasteur[1]) eingehend beschäftigt und kam dabei zu folgenden Resultaten:

Aus 100 g Zucker erhielt er durch die Gährung 0,673 g Bernsteinsäure und 3,640 g Glycerin als Durchschnittszahl unter den verschiedensten Bedingungen.

Da nun die Formeln von Bernsteinsäure, $C_4H_6O_4$, und Glycerin, $C_3H_8O_3$, bei der Addition eine den Verhältnissen des Zuckers entsprechende Formel, $C_7H_{14}O_7$ ergeben, so müsste aus dem Zucker direkt Bernsteinsäure und Glycerin nach den Moleculargewichtszahlen, 118:92, entstehen.

1) Annales de Chimie et de Physique, 3ème série 1860. Tome 58, p. 330.

Da nun aber nach den quantitativen Bestimmungen die gebildete Bernsteinsäure zum Glycerin sich ungefähr verhält wie 1:5, so musste, wenn wirklich die Bildung dieser beiden Producte im Zusammenhang steht, noch nebenbei ein dritter Körper entstehen, wodurch die im Verhältniss zum Glycerin so geringe Bildung von Bernsteinsäure erklärt wird.

Pasteur nahm deshalb an, dass neben Glycerin und Bernsteinsäure aus dem Zucker sich auch noch Kohlensäure bildet und stellte für diesen Vorgang folgende Formel auf:

$49\,C_{12}H_{22}O_{11} + 109\,H_2O$ geben $24\,C_4H_6O_4 + 144\,C_3H_8O_3 + 60\,CO_2$.

Es müssten also nach dieser Formel die Mengen der Bernsteinsäure zum Glycerin immer ungefähr im Verhältniss von 1:5 stehen. Nach den Versuchen von Pasteur sind trotz der verschiedenartigsten Bedingungen, unter welchen er seine Zuckerlösungen vergähren liess, die Unterschiede zwischen den gebildeten Mengen von Bernsteinsäure und ebenso von Glycerin ziemlich geringe; die beiden Körper selbst stehen jedesmal annähernd im Verhältniss von 1:5. Es durfte also wohl angenommen werden, dass bei der Gährung zuckerhaltiger Flüssigkeiten ein kleiner Teil des Zuckers statt in Alkohol und Kohlensäure sich in Glycerin und Bernsteinsäure umsetzt.

Nach V. Thylmann und A. Hilger[1]) weisen jedoch vergohrene Flüssigkeiten eine ziemliche Differenz in dem Gehalt an Glycerin auf, je nachdem die Vergährung bei höherer oder niederer Temperatur, bei Luftzutritt oder Luftabschluss, mit oder ohne Zusatz von Nährsubstanz vorgenommen wird. Es war desshalb von Wichtigkeit, Versuche in der Hinsicht vorzunehmen, ob der Bernsteinsäuregehalt bei diesen unter verschiedenen Bedingungen ausgeführten Vergährungen den Schwankungen des Glyceringehalts folgt oder ob der Gehalt an Bernsteinsäure unter verschiedenen Bedingungen ziemlich gleich bleibt.

Zu diesem Zwecke kam es sehr darauf an, eine möglichst genaue Methode für die Bestimmung der Bernsteinsäure ausfindig

1) Archiv für Hygiene. Bd. VIII. 451.

zu machen. Nach Pasteur[1]) wird die Bestimmung der Bernsteinsäure auf folgende Art ausgeführt:

Die zur Syrupdicke abgedunstete Flüssigkeit wird wiederholt mit Aetheralkohol ausgezogen, der Auszug unter Zusatz von etwas Wasser vom Aether und Alkohol befreit. Der Rückstand wird zur Trockene gebracht und zuerst mit Aether-Alkohol, dann mit Alkohol ausgewaschen, bis ein weisser krystallinischer Rückstand zurückbleibt, der getrocknet und gewogen wird. Das so erhaltene Kalksalz der Bernsteinsäure wird jedoch noch immer mit den Kalksalzen anderer bei der Gährung sich bildender organischer Säuren verunreinigt sein, da die letzteren durch das Abdampfen nicht vollständig entfernt werden; speciell für die Bestimmung der Bernsteinsäure im Wein eignet sich die Methode nicht, weil auf diese Weise eine Trennung der Bernsteinsäure von Aepfelsäure und Weinsäure nicht möglich ist.

Nach J. Macagno[2]) wird die betreffende Flüssigkeit mit frisch gefälltem Bleihydroxyd digerirt, zur Trockene verdampft und zur Entfernung des Glycerins mit absolutem Alkohol ausgezogen. Die Bleisalze werden hierauf mit 10%iger wässriger Ammoniumnitrat-Lösung ausgekocht, hierauf wird zur Entfernung des Bleies Schwefelwasserstoff eingeleitet. Nach dem Filtriren wird die Lösung durch Erhitzen vom Schwefelwasserstoff befreit, mit Ammoniak neutralisirt und zur Fällung der Bernsteinsäure mit Eisenchlorid versetzt. Eine genaue quantitative Bestimmung der Bernsteinsäure im Wein dürfte nach dieser Methode nicht möglich sein, da die Anwesenheit von Aepfelsäure und Weinsäure der Fällung mittelst Eisenchlorid Schwierigkeiten bereitete, wie weiter unten bei den Fällungsversuchen nachgewiesen wurde.

Nach R. Kayser[3]) werden 200 ccm Wein zur Hälfte eingedampft und alsdann Weinsäure und Phosphorsäure durch Kalkwasser herausgeschafft. Nach Entfernung des Kalks durch Kohlensäure wird aus der neutralen Flüssigkeit die Bernsteinsäure durch

1) Annales de Chimie et de Physique, 3ème série 1860. Tome 58, p. 334.
2) Ber. der deutsch. Chem. Gesellschaft 8, 257.
3) Repert. der anal. Chemie 1881, 14, 209.

Eisenchlorid gefällt, der Niederschlag mit 70 %igem Weingeist gewaschen und nach dem Trocknen geglüht und gewogen. Das so erhaltene Eisenoxyd soll in der Weise in Bernsteinsäure umgerechnet werden, dass zwei Moleküle Eisenoxyd drei Molekülen Bernsteinsäure entsprechen. Die mittelst dieser Methode in verschiedenen Weinen vorgenommenen Bernsteinsäurebestimmungen ergaben folgende Zahlen:

Frankenwein	1876 er = 1,1	Bernsteinsäure	im	Liter
„	1877 er = 0,98	»	»	»
Deidesheimer	1876 er = 1,22	»	»	»
Rüdesheimer	1876 er = 1,04	»	»	»
St. Julien	1876 er = 1,24	»	»	»
„	1877 er = 0,90	»	»	»
Barletta	1878 er = 1,28	»	»	»
Bari	1878 er = 1,08	»	»	»

Auch bei dieser Bestimmung ist die Anwesenheit der Aepfelsäure für eine genaue Bestimmung der Bernsteinsäure hinderlich. Für die Fällung der Bernsteinsäure durch Eisenchlorid und die daraus folgende Berechnung, dass zwei Moleküle Eisenoxyd drei Molekülen Bernsteinsäure entsprechen, stellt Kayser folgende Formel auf:

$$3\ CaC_4H_4O_4 + 2\,(Fe_2Cl_3) + H_2O = 2\,(\dot{F}e_2C_4H_4O_6) + C_4H_6O_4 + 3\ CaCl_2.$$

Diese Formel ist, wie Fresenius[1]) nachweist, nicht richtig, sie heisst:

$$3\,(CaC_4H_4O_4) + Fe_2Cl_6 + 2\,H_2O = Fe_2\,(OH)_2\,(C_4H_4O_4)_2 + C_4H_6O_4 + 3\ CaCl_2.$$

Infolgedessen muss die Berechnung so ausgeführt werden, dass ein Molekül Eisenoxyd drei Molekülen Bernsteinsäure entspricht.

Schmidt und Hilpe[2]) geben folgende Methode für die Bestimmung der Bernsteinsäure im Wein an:

1) Zeitschr. f. anal. Chemie 21. Jahrg. 1882. S. 424.
2) Zeitschr. f. anal. Chemie 21. Jahrg. 1882. S. 539.

Die Säuren werden aus dem Wein mittelst Bleiacetat gefällt und das Blei aus dem Niederschlag durch Schwefelwasserstoff entfernt. Nach dem Verjagen des Schwefelwasserstoffs wird die Lösung mit Kali neutralisirt und nach Zusatz von essigsaurem Kalk 4—6 Stunden bei Seite gesetzt, um Weinsäure und Phosphorsäure abzuscheiden.

Das Filtrat wird hierauf mit Alkohol versetzt, der entstandene Niederschlag auf einem Filter gesammelt und in etwas Salzsäure und Wasser gelöst. Hierauf wird der Kalk mittelst Kaliumcarbonat ausgefüllt, das Filtrat eingedampft und kochend heiss mit Chlorbarium gefällt. Der Niederschlag wird nun in Salzsäure gelöst, wobei das bernsteinsaure Barium in Lösung geht, und hierauf mit Schwefelsäure gefällt wird. Aus dem erhaltenen Bariumsulfat ergibt sich die Menge der Bernsteinsäure. Durch die Fällung mittelst Bleiessig dürfte eine vollständige Abscheidung der Bernsteinsäure aus dem Wein kaum gelingen, besonders da das bernsteinsaure Blei im Ueberschuss von Bleiessig löslich ist und sich dann erst allmählich aus dieser Lösung wieder ausscheidet. Durch die Ausfüllung mittelst Bariumchlorid aus kochend heisser Lösung wird sich ferner kaum eine vollständige Trennung von der Aepfelsäure bewerkstelligen lassen.

Die Löslichkeitsverhältnisse der Bernsteinsäure stellen sich nach Bourgoni[1]) folgendermassen:

In 100 Theilen Aether lösen sich 1,265 Theile Bernsteinsäure;

in 100 Theilen absoluten Alkohols lösen sich 7,51 Theile Bernsteinsäure;

in 100 Theilen 90%igen Alkohols lösen sich 12,59 Theile Bernsteinsäure.

Barfoed[2]) gibt für die qualitative Bestimmung folgende Charakteristik der Bernsteinsäure:

Die Salze sind mit Ausnahme der Alkalisalze in Alkohol unlöslich;

1) Bull. soc. chim. de Paris 29. 242.

2) Lehrbuch der organ. qualitativen Analyse.

Bariumchlorid erzeugt bald einen Niederschlag, in 250 Theilen Wasser löslich, in Alkohol unlöslich, in verdünnter Salzsäure löslich; beim Kochen mit Ammoniumchlorid löslich.

Calciumchlorid gibt in concentrirter Lösung einen Niederschlag, in 50 Theilen Wasser löslich, in Alkohol unlöslich; die freie Säure gibt mit Calciumchlorid keinen Niederschlag, ebensowenig das bernsteinsaure Natrium bei Gegenwart von Ammoniumchlorid.

Essigsaures Blei gibt einen, im Ueberschuss des Fällungsmittels löslichen, sich aber bald wieder ausscheidenden Niederschlag; durch Ammoniak wird derselbe nicht gelöst (Unterschied von Weinsäure), sondern in basisches Salz verwandelt; in essigsaurem Ammon ist derselbe leicht löslich, er löst sich selbst in Alkohol.

Eisenchlorid gibt in neutraler Lösung einen Niederschlag von basisch bernsteinsaurem Eisenoxyd, fällt die Säure aber nicht vollständig.

Silbernitrat gibt einen weissen, beim Kochen sich nicht verändernden Niederschlag. Merkuronitrat gibt einen weissen, im Ueberschuss des Fällungsmittels beim Kochen schwer löslichen Niederschlag.

I. Chemische Charakteristik der Bernsteinsäure und Versuche zur quantitativen Bestimmung derselben.

A. Löslichkeitsversuche.

Für die Löslichkeit der Bernsteinsäure in verschiedenen Lösungsmitteln bei 15° Celsius wurden folgende Zahlen gefunden:

In 100 Theilen

wasserfreiem Aether	lösen	sich	1,193	Bernsteinsäure
Alkohol (96 %)	»	»	9,986	»
Alkohol (90 %)	»	»	11,984	»
Methylalkohol	»	»	15,73	»
Aceton	»	»	5,544	»

In Benzol ist die Bernsteinsäure unlöslich. Diese Versuche wurden in folgender Weise ausgeführt:

In ein Kochkölbchen von 50 ccm Rauminhalt wurden 3,0 Bernsteinsäure, die vorher sehr fein gerieben worden war, und ungefähr 15 g von der betreffenden Flüssigkeit gebracht. Dann wurde das Kölbchen gut verkorkt und unter öfterem Umschütteln in einem Wasserbade, dessen Temperatur durch einen Thermostaten beständig auf 15° Celsius gehalten wurde, drei Tage stehen gelassen. Dann wurde die Flüssigkeit in ein vorher gewogenes Becherglas abfiltrirt gewogen, langsam verdunstet und nach dem Verdunsten der Flüssigkeit das Becherglas bei 50° getrocknet und gewogen. Aus den so erhaltenen Zahlen wurde dann die in 100,0 Flüssigkeit sich lösende Menge von Bernsteinsäure berechnet.

B. Versuche über die Löslichkeit der Succinate der schweren Metalle.

Die Fähigkeit der Bernsteinsäure, mit den einzelnen Oxyden der schweren Metalle Verbindungen verschiedener Löslichkeit einzugehen, wurde vor Allem einer eingehenden Prüfung unterzogen, wobei selbstverständlich auch die bekannten Thatsachen in die Versuchsreihe aufgenommen wurden. Zu diesen Versuchen wurde eine vollständig neutrale, 2 %ige Lösung von bernsteinsaurem Natrium hergestellt und dieselbe mit den verschiedenen Metallsalzlösungen vermischt.

Kalkwasser ergab eine Fällung erst nach Zusatz von Alkohol.

Chlorcalcium ergab eine Fällung erst nach Zusatz von Alkohol.

Bariumchlorid ergab eine allmählige Ausscheidung, die durch Zusatz von Alkohol vollständig wurde. Aepfelsäure und Weinsäure werden ebenfalls durch Bariumchlorid aus alkoholischer Lösung gefällt.

Strontiumsulfat ergab selbst nach Zusatz von Alkohol keine Fällung.

Magnesiumsulfat ergab keine Fällung.

Magnesiamischung (d. h. Magnesiumsulfatlösung mit Ammoniumchlorid und Ammoniak versetzt) ergab mit Bernsteinsäure und Aepfelsäure keine Fällung, dagegen wurde Weinsäure gefällt.

Zinksulfat ergab einen weissen Niederschlag.
Cadmiumsulfat ergab einen weissen Niederschlag.
Nickelsulfat ergab keine Fällung.
Mangansulfat ergab keine Fällung.
Eisenchlorid ergab einen voluminösen, rothbraunen Niederschlag.
Aluminiumsulfat ergab einen weissen Niederschlag.
Beryllium sulfat ergab keine Fällung.
Zinnchlorür ergab eine Fällung, auch mit Aepfelsäure und Weinsäure.
Uranacetat ergab eine Fällung.
Kupfersulfat ergab keine Fällung.
Bleihydroxyd schied die Bernsteinsäure aus ihren Lösungen aus.
Bleiacetat ergab eine weisse Fällung.
Quecksilberchlorid ergab keine Fällung.
Quecksilberoxydulnitrat ergab einen flockigen, weissen Niederschlag, auch mit Aepfelsäure und Weinsäure.
Silbernitrat ergab auch mit Aepfelsäure eine weisse Fällung, mit Weinsäure jedoch nur aus concentrirter Lösung.

Das nähere Studium der einzelnen Fällungen lieferte folgendes Ergebniss:

Die Fällungen mit Calciumchlorid und Bariumchlorid nach Zusatz von Alkohol sind bei Bernsteinsäure, Aepfelsäure und Weinsäure vollständig; dieselben nehmen beim Umrühren nach kurzer Zeit fein krystallinische Form an und stellen unter dem Mikroskop gesehen feine Nadeln dar. Die Fällung mit Zinksulfat tritt nur in concentrirter Lösung ein und löst sich bei Zusatz von mehr Wasser wieder auf; ebenso verhält sich die Fällung mit Cadmiumsulfat. Die Fällung mit Aluminiumsulfat ist unvollständig; bei Gegenwart von Aepfelsäure und Weinsäure tritt sie überhaupt nicht ein.

Die Fällung mit Uranacetat wird durch Aepfelsäure und Weinsäure verhindert.

Die Fällung durch Zinnchlorür ist unvollständig.

Bleihydroxyd und Bleiacetat ergaben keine vollständige Ausscheidung der Bernsteinsäure.

Quecksilberoxydulnitrat bewirkt nur eine unvollständige Ausfällung der Säuren.

Silbernitrat fällt die Bernsteinsäure vollständig aus, während Weinsäure nur aus concentrirten Lösungen, Aepfelsäure aber bis zur Verdünnung 1 : 800 noch ausgefällt wird.

Um festzustellen, durch welche Bestandtheile die Fällung der Bernsteinsäure mittelst Eisenchlorid verhindert oder beeinträchtigt werden kann, wurden in folgenden Lösungen quantitative Fällungsversuche mit Eisenchlorid gemacht:

1. 0,3 %ige Lösung von Bernsteinsäure mit 0,5% Zucker;
2. 0,3 %ige Lösung von Bernsteinsäure mit 0,5% Glycerin;
3. 0,3 %ige Lösung von Bernsteinsäure mit 0,2% Aepfelsäure;
4. 0,3 %ige Lösung von Bernsteinsäure mit 0,4% Weinstein.

Lösung 1 ergab hiebei statt 0,3 Bernsteinsäure 0,289;

Lösung 2: 0,293;

Lösung 3: 0,1386, 0,154, 0,2168, 0,203, 0,2168;

Lösung 4: 0,233, 0,1526.

Die grösseren Unterschiede zwischen den einzelnen Resultaten bei 3 und 4 wurden bedingt durch die Art und Weise, wie die Fällung vorgenommen wurde; wenn die Fällung heiss vorgenommen und nach dem Erkalten nach etwa drei Stunden abfiltrirt wurde, wurden viel kleinere Zahlen erzielt, als wenn die Fällung in der Kälte vorgenommen wurde. Durch Zucker und Glycerin wird also die Eisenchloridfällung nicht beeinträchtigt, während Weinsäure und Aepfelsäure einer quantitativen Fällung der Bernsteinsäure mittelst Eisenchlorid Schwierigkeiten in den Weg legen. Schon die Farbe und Beschaffenheit des in den Lösungen 3 und 4 entstehenden Niederschlags zeigte, dass hier keine normale Fällung stattfand, der Niederschlag war von ganz hellbrauner Farbe und flockig; er setzte sich sehr rasch ab, während der aus reinen Lösungen ausfallende Niederschlag von dunklerer Farbe und ziemlich voluminös ist. Da nun eine vollständige Trennung der Bernsteinsäure von Aepfelsäure und Weinsäure nicht möglich ist, und da selbst kleine Mengen der beiden letzteren auf die Eisenfällung störend einwirken, so musste die

Bestimmung mittelst eines anderen Fällungsmittels versucht werden. Es ergab sich nach den obigen Versuchen als das nächstliegende, die Abscheidung und Bestimmung mittelst Silbernitrat vorzunehmen. Zu diesen Probeversuchen wurde ein Kunstwein dargestellt, bestehend aus:

100	Theilen	Alkohol
5	"	Glycerin
5	"	Zucker
2	"	Weinstein
0,5	"	Aepfelsäure
0,5	"	Natriumphosphat
1	Theil	Bernsteinsäure
886	Theilen	Wasser.

Eingehende, zahlreiche Versuche, bei welcher die oben angegebenen Erfahrungen in Betreff der Abscheidung der Bernsteinsäure aus Lösungen Berücksichtigung fanden, führten schliesslich zu folgender Methode, welche sich nicht blos bei diesem Kunstweine, sondern auch bei den natürlichen Weinen, gegohrenen Flüssigkeiten überhaupt, bewährt.

100 ccm Wein werden bis zur Syrupdicke verdampft, wiederholt auf dem Wasserbade mit kochendem Alkohol ausgezogen und der alkoholische Auszug jedes Mal nach dem Erkalten abfiltrirt. Die Auszüge werden vermischt, der Destillation unterworfen und der Destillationsrückstand in wenig heissem Wasser gelöst. Nach dem Erkalten wird die Lösung, wenn sie trüb ist, filtrirt, hierauf mit Bariumnitratlösung und mit dem 3 bis 4fachen Volumen 90 %igen Alkohols versetzt und tüchtig umgerührt. Nachdem sich der Niederschlag gut abgesetzt hat, wird er auf ein Filter gebracht, mit 70 %igem Alkohol gut ausgewaschen und hierauf eine Zeit lang mit einer genügenden Menge von Natriumcarbonatlösung erwärmt. Die Flüssigkeit wird hierauf abfiltrirt, mit Salpetersäure neutralisirt, auf ein kleines Volumen eingedampft und nach Neutralisation mit Ammoniak mit Magnesiamischung (aus Magnesiumnitrat, Ammoniumnitrat und Ammoniak bestehend) versetzt. Nach 3 bis 4stündigem Stehen wird die Flüssigkeit abfiltrirt, mit Kalilauge erhitzt, bis alles Ammoniak

entfernt ist, hierauf von dem ausgeschiedenen Magnesiumhydroxyd abfiltrirt und mit Salpetersäure ganz genau neutralisirt. Nun wird auf 100 bis 150 ccm verdünnt und mit Sibernitratlösung (1 : 20) gefällt. Der erhaltene Niederschlag wird auf einem tarirten Filter gesammelt, gut ausgewaschen, getrocknet und gewogen. Hierauf wird er zur Kontrole im Porzellantiegel geglüht und als metallisches Silber wieder gewogen. Die aus beiden Wägungen berechneten Resultate müssen übereinstimmen.

Das Chlor, welches in den zu untersuchenden Flüssigkeiten, wie Bier und Wein, enthalten sein kann, wird bei der Fällung mittelst Bariumnitrat in alkoholischer Lösung in Lösung bleiben, wenn nicht zu viel Alkohol zugesetzt wird und wenn man die Flüssigkeit nicht zu lange zum Absitzen bei Seite stellt. Wenn jedoch Letzteres der Fall ist, so enthält die Flüssigkeit noch Chlor, und ist es desshalb dann immer nothwendig, die zur Fällung mit Silbernitrat fertige Lösung auf Chlorgehalt zu prüfen. Ist ein solcher noch vorhanden, so erleidet die Bestimmungsmethode noch eine nothwendige Abänderung, welche darin besteht, dass eine bestimmte Menge der nach Abscheidung der Phosphorsäure und Beseitigung des Ammoniaks erhaltenen Flüssigkeit (25 ccm) zur Trockene verdampft und eingeäschert und in der wässerigen Lösung dieser Asche das Chlor volumetrisch mittelst Rhodanammonium bestimmt wird. Die hier gefundene Chlormenge wird als Silberchlorid berechnet und als solches von dem gefundenen Silbersuccinat in Abzug gebracht.

Die nach obiger Methode in je 100 ccm Kunstwein, entsprechend 0,1 Bernsteinsäure, ausgeführten Bestimmungen ergaben folgendes Resultat:

I	=	0,102	Bernsteinsäure
II	=	0,0987	„
III	=	0,103	„

Für den Bernsteinsäuregehalt verschiedener natürlicher Weine wurden folgende Zahlen gefunden:

Serbischer Rothwein . . . . 0,539 Bernsteinsäure im Liter,
Vino de Chianti . . . . . 0,459 Bernsteinsäure im Liter,

Pfälzer	a) 0,317 b) 0,517	Bernsteinsäure im Liter.
Rheinwein	0,856	» » »
Moselwein	0,392	» » »
Madeira	0,825	» » »
Malaga	0,868	» » »
Marsala	0,675	» » »
Tokayer, gewöhnlich	0,240	» » »
Tokayer, echt, Marke süss	0,763	» » »
Tokayer, echt, Marke herb	1,512	» » »

II. Gährungsversuche.

Versuche über die Bildung der Bernsteinsäure bei der alkoholischen Gährung zuckerhaltiger Flüssigkeiten.

Um nach obiger Methode die bei verschiedenen Bedingungen sich bildenden Mengen von Bernsteinsäure zu bestimmen und mit den nach V. Thylmann und A. Hilger unter denselben Bedingungen gebildeten Mengen von Glycerin zu vergleichen, wurden Gährungsversuche nach folgenden Gesichtspunkten angestellt:

In erster Linie wurden die Gährungen bei drei verschiedenen Temperaturen, 15°, 25°, 35°, vorgenommen, ferner mit oder ohne Luftzutritt; dann wurden verschiedene Zuckerarten, sowie verschiedene Hefesorten angewandt. Endlich wurden noch Versuche mit Unterbrechung der Gährung angestellt, um festzustellen, wie weit die Bildung der Bernsteinsäure bis zu gewissen Zeitabschnitten schon vorgeschritten war.

Die Temperaturen 15° und 25° wurden durch Thermostaten, und die Temperatur von 33—35° in einem Brutkasten genau regulirt.

Die zum Vergähren gebrachten Zuckerarten waren: Feinster Rohrzucker, chemisch reiner Traubenzucker, amerikanischer Traubenzucker und Maltose. Letztere drei waren von H. Trommsdorff in Erfurt bezogen.

Die verwendete Presshefe in reinem stärkefreiem Zustand war mir von Herrn Fabrikant Hellmuth in Buch bei Nürnberg, die reine Normal-Hefe von Herrn Dircktor Professer Aubry von der wissenschaftlichen Station für Brauerei in München in liebenswürdiger Weise zur Verfügung gestellt worden.

Die Vergährung selbst wurde in folgender Weise vorgenommen:

300 ccm der filtrirten und durch Aufkochen sterilisirten Zuckerlösung wurden in einem vorher sterilisirten und mit Wattepfropf verschlossenen Kolben von etwa einem Liter Inhalt eingefüllt und hierauf die Hefe, mit etwas sterilisirtem Wasser angerührt, zugegossen. Von der Bierhefe wurden auf 300 ccm 15 %ige Zuckerlösung je 50 g, von der Normalhefe je 15 g und von der Presshefe je 20 g zugesetzt. Nun wurde der Kolben wieder mit dem Wattepfropf oder, wenn die Gährung bei Luftabschluss vor sich gehen sollte, mit einer Luftabschlussröhre, die zuvor sterilisirt worden war, verschlossen und bei der betreffenden Temperatur bei Seite gestellt, bis keine Entwickelung von Kohlensäure mehr stattfand. Nun wurde die Flüssigkeit durch Aufkochen am Rückflusskühler sterilisirt, um eine Weiterwirkung der Hefe zu verhindern. Dann wurden 50 ccm der Flüssigkeit zur Bestimmung der Gesammtsäure verwendet, von der übrigen Flüssigkeit wurden 200 ccm abdestillirt und in diesen die Bestimmung von Alkohol und flüchtiger Säure vorgenommen. In dem Destillationsrückstand wurde dann die Bernsteinsäure bestimmt. Von einer genauen Bestimmung der flüchtigen Säuren durch weitergehende Destillation musste abgesehen werden, da in diesem Fall zu leicht ein Verlust an Bernsteinsäure stattfinden konnte. Die erhaltenen Zahlen wurden in die, 100 ccm der ursprünglichen Flüssigkeit = 15 g Zucker, entsprechenden Mengen umgerechnet, um in den Tabellen die Zahlen möglichst übersichtlich anzugeben. Der Alkoholgehalt wurde in Gewichtstheilen, die Gesammtsäure und flüchtige Säure in den, 100 ccm der ursprünglichen Zuckerlösung entsprechenden Mengen von $^1/_{10}$ Normal-Kalilösung ausgedrückt.

Die zu der Gährung gebrauchte Nährflüssigkeit nach Hayduck besteht aus:

25,0 saurem phosphorsaurem Kali
8,5 krystallisirter schwefelsaurer Magnesia
20,0 Asparagin

in Wasser zu einem Liter gelöst.

Von dieser Nährflüssigkeit wurden auf 100 ccm Zuckerlösung je 25 ccm zugesetzt, so dass also je 100 ccm der Flüssigkeit 15 g Zucker und die 25 ccm der Nährflüssigkeit entsprechenden Mengen der Salze der Nährflüssigkeit enthielten.

Die beiden Reihen der unterbrochenen Gährung wurden derart ausgeführt, dass nach der oben beschriebenen Weise in je vier Kolben von einem Liter Inhalt je 300 ccm sterilisirte Zuckerlösung und 20 g Presshefe gegeben wurden. Dann wurde mit Wattepfropf verschlossen und die eine Reihe bei 15°, die andere bei 35° bei Seite gestellt. Nach Ablauf des betreffenden Zeitabschnittes wurde jedesmal ein Kolben herausgenommen, durch Aufkochen am Rückflusskühler sterilisirt und der Inhalt zu den Bestimmungen verwendet.

Die Dauer der Gährung der verschiedenen Zuckerarten war die gleiche; die Gährung bei 35° verlief sehr energisch und rasch, die Gährung bei 25° ging Anfangs auch sehr stark vor sich, verlangsamte sich aber allmählig. Die Gährung bei 15° ging langsam und ziemlich gleichmässig vor sich. Luftabschluss oder Luftzutritt war nicht von Einfluss auf die Dauer der Gährung. Der Zusatz von Nährstoffen beschleunigte die Gährung.

Von den verschiedenen Hefesorten bewirkte die Presshefe die rascheste Vergährung, etwas weniger stark wirkte die Normalhefe; am langsamsten ging die Gährung bei der Bierhefe vor sich.

Die mittelst Bierhefe vorgenommenen Gährungen weisen in ihrem Alkoholgehalt keine erheblichen Unterschiede auf, am geringsten ist der Alkoholgehalt bei der Vergährung von Rohrzucker bei 15°, wo offenbar noch nicht aller Zucker umgewandelt war. Im Uebrigen ist der Alkoholgehalt bei Luftabschluss immer etwas

grösser, was ja auch leicht zu erklären ist, da bei Luftzutritt sich immerhin etwas Alkohol verflüchtigen kann.

Der Zusatz von Nährflüssigkeit hat eine Erhöhung des Alkoholgehalts nicht zur Folge.

Die Gesammtsäure ist bei den höheren Temperaturen wesentlich vermehrt, durch die Nährflüssigkeit tritt keine Vermehrung ein.

In dem Gehalt an flüchtiger Säure treten keine wesentlichen Unterschiede auf.

Der Gehalt an Bernsteinsäure zeigt keine grossen Abweichungen; weder die Anwendung verschiedener Zuckerarten, noch verschiedener Temperaturen, noch auch die Vergährung bei Luftzutritt oder Luftabschluss, sowie mit oder ohne Nährflüssigkeit scheinen die Bildung der Bernsteinsäure wesentlich zu beeinflussen.

Bei der Vergährung mit reiner Normalhefe treten weder bei der Alkoholbildung noch bei der Bernsteinsäurebildung erhebliche Unterschiede auf.

Bei der Vergährung mit Presshefe bildeten sich ziemlich gleiche Mengen von Alkohol; dagegen erscheint bei der Gesammtsäurebildung bei 35° eine bedeutende Vermehrung gegenüber der Gesammtsäure bei 15°. Auch die flüchtige Säure erfuhr bei 35° eine starke Vermehrung. Die Mengen von Bernsteinsäure zeigen keine grossen Unterschiede. Eine Vermehrung der Bernsteinsäure gegenüber der ersten Gährungsreihe mit Presshefe trat bei den Gährungsversuchen mit unterbrochener Gährung auf, zu welchen eine neue Menge Presshefe bezogen worden war. Der Alkohol- und Säuregehalt stand auch hier im Einklang mit den vorhergehenden Ergebnissen.

Die Vergleichung der gesammten Ergebnisse der Gährungsversuche zeigt, dass der Alkoholgehalt durch die verschiedenen Hefesorten nicht wesentlich beeinflusst wird. Der Gehalt an Gesammtsäure und flüchtiger Säure ist bei Anwendung von Presshefe ein bedeutend höherer als bei Anwendung von Bierhefe. Die Bildung von Bernsteinsäure wird durch Normalhefe und Presshefe gegenüber der Bierhefe ziemlich vermehrt. Es darf also wohl angenommen werden, dass eine energische Thätigkeit

der Hefe auch eine vermehrte Bildung von Bernsteinsäure bedingt.

Die Versuche mit unterbrochener Gährung beweisen, dass die Bildung der Bernsteinsäure mit der Bildung des Alkohols und also die Zersetzung des Zuckers gleichmässig Hand in Hand geht; bei 35° verhält sich allerdings bei der ersten Unterbrechung der Alkohol zur Bernsteinsäure wie 100 : 0,439, die drei anderen Unterbrechungen zeigen aber das Verhältniss 100: 0,875; 100 : 0,89; 100 : 0,823. Bei der Gährung bei 15° wird sich das Verhältniss nach den gefundenen Bernsteinsäuremengen wohl ähnlich gestalten.

Wenn diese Resultate mit den von V. Thylmann und A. Hilger bei der Glycerinbildung erhaltenen verglichen werden, so lassen sich folgende Sätze aufstellen:

1. Die Bernsteinsäurebildung wird durch niedere Temperaturen nicht verringert, während bei der Glycerinbildung durch niedere Temperaturen eine Verringerung eintritt.

2. Die Bernsteinsäurebildung wird durch Zusatz von Nährstofflösung nicht vermehrt; bei der Glycerinbildung ist durch Nährstofflösung in der Regel eine starke Vermehrung zu beobachten.

3. Es ist weder auf die Bildung von Bernsteinsäure, noch auf die Bildung von Glycerin von Einfluss, ob die Gährung bei Luftzutritt oder Luftabschluss stattfindet.

4. Durch eine energischere Wirkung der Hefezellen wird im Allgemeinen eine Vermehrung der Bildung von Bernsteinsäure bewirkt.

Da nun nach der von Pasteur aufgestellten Formel unter allen Bedingungen korrespondirende Mengen von Bernsteinsäure und Glycerin gebildet werden müssten, was aber nach Satz 1 und 2 nicht der Fall ist, so ergibt sich die Schlussfolgerung, dass die Bernsteinsäure sich unabhängig von der Glycerinbildung als normales Product der Thätigkeit der Hefe bei der alkoholischen Gährung zuckerhaltiger Flüssigkeiten bildet und also die von Pasteur aufgestellte Formel für die Spaltung von Zucker in Glycerin, Bernsteinsäure und Kohlensäure nicht ganz einwurfsfrei sein dürfte.

Bierhefe.

		Ohne Nährstoffe						Mit Nährstoffen 25 ccm Hayduck's Nährflüssigkeit in 100 ccm Lösung	
		15° Dauer der Gährung: 10 Tage		25° Dauer der Gährung: 3 Tage		35° Dauer der Gährung: 2 Tage		25° Dauer der Gährung: 2 Tage	
		Luftzutritt	Luftabschl	Luftzutritt	Luftabschl.	Luftzutritt	Luftabschl	Luftzutritt	Luftabschl.
Lösung von Rohrzucker 15%/300 ccm Bierhefe 50 gr	Alkohol Gew.-Theile in 100 ccm Flüssigkeit = 15,0 Zucker	6	6,33	7,408	7,785	7,41	7,70	6,795	7,875
	Gesammt-Säure — ccm 1/10 Normal-Kali auf 100 CC Flüssigkeit	25,2	24	33,6	31,2	34,8	32,4	30,7	29,3
	Flüchtige Säure — ccm 1/10 Normal-Kali auf 100 CC Flüssigkeit	2,7	2,4	2,38	2,1	2,62	2,1	2,1	1,8
	Bernsteinsäure in 100 ccm Flüssigkeit = 15,0 Zucker	0,04132	0,0384	0,0396	0,0394	0,0402	0,0421	0,0414	0,0416
Lösung von Maltose 15% 300 ccm Bierhefe 50 gr	Alkohol Gew.-Theile in 100 ccm Flüssigkeit = 15,0 Maltose			6,72	7,43	6,8	7,44		
	Gesammt-Säure — ccm 1/10 Normal-Kali auf 100 CC Flüssigkeit			27,9	26,6	31,2	30,6		
	Flüchtige Säure — ccm 1/10 Normal-Kali auf 100 CC Flüssigkeit			3,2	2,9	2,9	2,85		
	Bernsteinsäure in 100 ccm Flüssigkeit = 15,0 Maltose			0,0332	0,0383	0,0384	0,0364		
Lösung von amerikanischem Traubenzucker 15% 300 ccm Bierhefe 50 gr	Alkohol-Gew.-Theile in 100 ccm Flüssigkeit = 15,0 Traubenzucker	6,87	7,01	6,5	7,46	7,305	7,5		
	Gesammt-Säure — ccm 1/10 Normal-Kali auf 100 CC Flüssigkeit	22,3	20,8	25,2	24,6	31,2	30,6		
	Flüchtige Säure — ccm 1/10 Normal-Kali auf 100 CC Flüssigkeit	2,2	2,1	3,2	2,9	3,1	2,7		
	Bernsteinsäure in 100 ccm Flüssigkeit = 15,0 Traubenzucker	0,0262	0,0373	0,0416	0,0404	0,0356	0,0344		

Ohne Nährstoffe.

		Reine Hefe			Presshefe, Unterbrochene Gährung								
		15° Dauer der Gährung: 7 Tage		35° Dauer der Gährung 2 Tage	15° Dauer der Gährung	35° Dauer der Gährung	15° Nach				35° Nach			
		Luftzutritt	Luftabschl.	Luftzutritt	6 Tage Luftzutritt	2 Tage Luftzutritt	24 Std. Luftzutritt	48 Std. Luftzutritt	4 Tgn. Luftzutritt	6 Tgn. Luftzutritt	5 Std. Luftzutritt	10 Std. Luftzutritt	24 Std. Luftzutritt	48 Std. Luftzutritt
Lösung von chemisch reinem Traubenzucker 15% 300 ccm. Reine Hefe 15,0 bezw. Presshefe 20 gr	Alkohol-Gew. Theile in 100 ccm Flüssigkeit = 15,0 Zucker	6,88	7,02	6,46	7,14	6,98					2,56	5,2	6,158	7,05
	Gesammt-Säure — ccm $^1/_{10}$ Normal-Kali auf 100 ccm Flüssigkeit				28,6	52,6					16,5	24	32,5	46,5
	Flüchtige Säure — ccm $^1/_{10}$ Normal-Kali auf 100 ccm Flüssigkeit				3,3	6,3					0,8	0,95	1,2	2,3
	Bernsteinsäure in 100 ccm Flüssigkeit = 15,0 Zucker	0,04595	0,04675	0,04361	0,04290	0,04339	0,0246	0,05273	0,0631	0,06482	0,01125	0,0455	0,05486	0,05792
Lösung von amerikanischem Traubenzucker 15% 300 ccm. Presshefe 20 gr	Alkohol-Gew. Theile in 100 ccm Flüssigkeit = 15,0 Zucker				7,14	6,93								
	Gesammt-Säure — ccm $^1/_{10}$ Normal-Kali auf 100 ccm Flüssigkeit				28,3	49,1								
	Flüchtige Säure — ccm $^1/_{10}$ Normal-Kali auf 100 ccm Flüssigkeit				3,6	5,1								
	Bernsteinsäure in 100 ccm Flüssigkeit = 15,0 Zucker				0 04661	0,04373								
Lösung von Rohrzucker 15% 300 ccm. Presshefe 20 gr	Alkohol-Gew. Theile in 100 ccm Flüssigkeit = 15,0 Zucker				7,59	7,44								
	Gesammt-Säure — ccm $^1/_{10}$ Normal-Kali auf 100 ccm Flüssigkeit				29,2	46,4								
	Flüchtige Säure — ccm $^1/_{10}$ Normal-Kali auf 100 ccm Flüssigkeit				3,8	5,1								
	Bernsteinsäure in 100 ccm Flüssigkeit = 15,0 Zucker				0,05149	0,0467								

Ueber eine neue Methode zur Bestimmung der Wandfeuchtigkeit.

Von

Prof. Dr. Rudolf Emmerich.

In den meisten Baugesetzen findet sich die Bestimmung, dass vor Ablauf der gesetzlich bestimmten Bezugszeiten eine Revision der Neubauten vorzunehmen sei, um zu prüfen, ob dieselben genügend ausgetrocknet sind; leider aber bestehen nirgends Vorschriften, welche die Garantie bieten, dass die Bestimmung des Trockenheitsgrades der Wohnungen vom revidirenden Beamten nach einer, Zweifel und Unsicherheit ausschliessenden Methode vorgenommen wird. Die Wahl dieser Methode wird vielmehr gewöhnlich dem betreffenden Beamten überlassen und dieselbe ist fast ausnahmslos eine sehr primitive und irreführende. Die Meisten beurtheilen den Feuchtigkeitsgrad der Mauer nach dem Aussehen der Wand, d. h. durch das Beschauen und Beobachten nasser Stellen (feuchter Flecken); Andere bedienen sich des Tastsinnes, indem sie die Wand mit der Hand befühlen, um zu entscheiden, ob sie kalt oder warm, feucht oder trocken ist. Ich habe einen Beamten gekannt, welcher den Trockenheitsgrad der Mauern dadurch zu beurtheilen pflegte, dass er, durch die Wohnung gehend, hie und da mit dem Hausschlüssel an die Wand schlug. Wenn der Schlag mit dem Hausschlüssel einen Eindruck am Mörtelbewurf hervorbrachte, so war die Wohnung feucht, gab es keinen Eindruck, so wurde sie für trocken erklärt. Die böse Welt sagte nun aber, dass der Kraftaufwand bei Ausübung dieser Feuchtigkeitsprobe vermittelst des Hausschlüssels

ein sehr verschiedener war, je nachdem es der Hausbesitzer verstanden hatte, sich vorher auf irgend welche Weise dem Beamten beliebt zu machen oder nicht.

Es ist einleuchtend, dass alle diese Methoden äusserst trügerisch und irreführend sind. In Folge davon wird einerseits der Bauherr oft ungerecht und unbillig verhindert, seinen Neubau zu vermiethen und andrerseits kommt es noch öfters vor, dass der Miether nicht zu seinem Rechte kommt, wenn er das Unglück hatte, eine feuchte Wohnung, für welche der Wohnungsconsens unberechtigter Weise ertheilt wurde, zu miethen. Ich könnte mehrere derartige Fälle aus meiner eigenen Erfahrung anführen.

Bei einem dieser gerichtlichen Fälle, bei welcher die Tapeten der Wohnzimmer theilweise mit Schimmel überzogen waren, beurtheilten die als Sachverständige aufgestellten Architekten den Wassergehalt des innern Mörtelbewurfs nach dem Aussehen etc. zu höchstens 2—3%, während derselbe von Herrn Geheimrath Prof. v. Pettenkofer und mir auf mindestens 6% taxirt wurde. Es wurden nun Mörtelproben entnommen, und der Wassergehalt nach der Methode von Glässgen[1]) zu 9,9, also rund 10% bestimmt.

Solchen Täuschungen ist man ausgesetzt, wenn man die Feuchtigkeit der Mauern vermittels des Gesichts- oder Tastsinnes zu bestimmen sucht.

Dies geschieht aber dennoch überall und in Folge davon ist die richterliche Rechtsprechung sehr häufig eine irrige und ungerechte.

v. Pettenkofer hat auch auf diesem Gebiet der experimentellen Hygiene die ersten Schritte gethan, um zu einer brauchbaren Methode für die Bestimmung der Wandfeuchtigkeit zu gelangen und die Grenze des Wassergehaltes zu ermitteln, bei welcher eine Mauer als feucht, resp. trocken zu bezeichnen ist.

Dr. Glässgen hat unter v. Pettenkofer's Leitung eine solche Methode ausgearbeitet. Glässgen fand, dass der innere Mörtelbewurf einer Wand um so feuchter ist, je feuchter die

1) Ueber den Wassergehalt der Wände und dessen quantitative Bestimmung. Zeitschrift f. Biologie. Bd. X. S. 246.

Wand selbst ist, und dass es daher zur Beurtheilung der Wandfeuchtigkeit genügt, den Wassergehalt des inneren Mörtelbewurfs zu bestimmen. Weiterhin hat Glässgen durch zahlreiche Untersuchungen an Neubauten festgestellt, dass jeder Neubau als trocken und beziehbar erklärt werden kann, wenn der innere Mörtelbewurf der Wände nicht mehr als 1% Wasser im Feinmörtel enthält.

Damit war schon vor Jahren eine bestimmte Norm der Beurtheilung des Trockenheitsgrades von Neubauten geschaffen, die aber von der Gesetzgebung leider immer noch nicht verwerthet wurde. Der Grund hievon liegt wohl zum grossen Theil darin, dass die bisherigen Methoden der Bestimmung des Wassergehaltes von Mörtel ziemlich viel Zeit erfordern und Uebung in experimentellen Arbeiten voraussetzen.

Der Wassergehalt einer Mörtelprobe kann bekanntlich nicht in der gewöhnlichen Weise vermittels eines Lufttrockenschrankes bestimmt werden, weil die Kohlensäure der Luft eine Ueberführung des Kalkhydrates im Mörtel in kohlensauren Kalk bewirkt, womit eine Gewichtsvermehrung verbunden ist, »da für je 9 Gewichtstheile Wasser, welche frei werden und fortgehen, 22 Gewichtstheile Kohlensäure gebunden und zurückgehalten werden«. Glässgen verfuhr daher so, dass er die Luft zuerst durch Barytwasser leitete, um sie von Kohlensäure zu befreien und dann durch Schwefelsäure, um ihr den Wassergehalt zu entziehen. Nun erst strich die Luft über den Mörtel, von welchem sich 25 g in einer Liebig'schen Ente befanden, die in einem Kupferkasten auf 100° C. erhitzt wurde.

Durch diese Methode wurde das Gebiet der experimentellen Hygiene in dankenswerther Weise bereichert, aber dieselbe lässt doch noch Manches zu wünschen übrig.

Vor einigen Jahren haben sich nun auch die Herren Prof. Lehmann und Architekt Nussbaum[1]) gemeinsam lange damit beschäftigt, die Glässgen'sche Methode zu verbessern; aber

1) Studien über Kalkmörtel und Mauerfeuchtigkeit. Archiv f. Hygiene. Bd. IX. S. 139 und 223.

die Modification, welche diese Herren in Vorschlag brachten, zeigt, dass sie sich offenbar nicht klar darüber waren, inwiefern, d. h. in welcher Richtung die Glässgen'sche Methode der Verbesserung bedürftig ist.

Bei der Glässgen'schen Methode können höchstens 25 g Mörtel verwendet werden; in Folge dessen kann man nicht den Gesammtmörtel, welcher haselnussgrosse Steine enthält, zur Wasserbestimmung verwenden, sondern nur den von den Steinen abgesiebten sogen. Feinmörtel. Dies ist ein Nachtheil der Methode und es ist klar, dass dieselbe in dieser Beziehung der Verbesserung bedürftig ist. Man müsste eine Methode finden, bei der man beliebig grosse Mörtelmengen, 100 oder 200 g, und zwar vom Gesammtmörtel zur Wasserbestimmung verwenden kann.

Gerade das Gegentheil haben Prof. Lehmann und Architekt Nussbaum gethan. Anstatt mehr Mörtel, 100—200 g, zu verwenden, haben sie die Methode so abgeändert, dass man gar nur noch höchstens 2 g Feinmörtel in Untersuchung zieben kann. Das ist, wie Jedermann sieht, keine Verbesserung, sondern eine Verschlechterung der Glässgen'schen Methode. Anstatt der Liebig-schen Ente verwenden Lehmann und Nussbaum kleine Kupferschiffchen zum Trocknen des Mörtels, indem sie dieselben in einem von einem Blechrohr umhüllten Glasrohr auf annähernd 100—105° C. erhitzen,[1]) und anstatt die durchstreichende Luft durch Barytwasser von Kohlensäure zu befreien, verwenden sie Kalilauge zu diesem Zweck. Im Princip bedienen sie sicb also ganz der Glässgen'schen Methode, nur dass sie, neben den erwähnten belanglosen Modificationen anstatt 25 g Mörtel bloss 2 g verwenden. Der Mangel der Glässgen'schen Methode, welcher hauptsächlich darin besteht, dass man nicht den steinhaltigen Gesammtmörtel, sondern nur den abgesiebten Feinmörtel zur Wasserbestimmung verwenden kann, wurde also durch Leh-

1) Die Temperatur wird ausserhalb des Glasrohrs im Luftmantel des Blechrohrs gemessen. Wie hoch dabei der Mörtel selbst erhitzt wird, ist nicht ermittelt worden.

mann und Nussbaum keineswegs beseitigt; dieselben modificirten die Glässgen'sche Methode nur ganz unwesentlich, aber trotzdem spricht Lehmann in seinem Buche: »Die Methoden der practischen Hygiene«[1]) nur von einer Methode der Bestimmung der Wandfeuchtigkeit von Lehmann und Nussbaum, während Glässgen, dem das Princip der Methode und diese selbst zu verdanken ist, gar nicht erwähnt wird.

Ich habe mir nun die Aufgabe gestellt, eine Methode der Bestimmung der Wandfeuchtigkeit zu suchen, bei welcher beliebig grosse Mengen von Mörtel verwendet werden können und die zugleich so einfach ist, dass sie auch ohne die Hülfsmittel eines Laboratoriums, von Physikatsärzten etc. ausgeführt werden kann.

Letzteres Postulat muss deshalb gestellt werden, weil ohne die Erfüllung desselben keine Aussicht besteht, dass die von der Wissenschaft für die Beurtheilung der Feuchtigkeit und Beziehbarkeit von Neubauten aufgestellten Normen in der Gesetzgebung Verwerthung finden.

Ich glaube, diese Aufgabe in einfachster Weise durch die folgende Methode gelöst zu haben:

Man trocknet 120—200 g des steinhaltigen Gesammtmörtels anstatt in einem kohlensäure- und wasserfreien Luftstrom in einem Vacuumapparat bei 100° C., wobei die störende Einwirkung der Kohlensäure, da sich keine Luft im Apparat befindet, ebenfalls ausgeschlossen ist.

Mit Hülfe der bisherigen Methoden konnte man nur ermitteln, wie viel Procent Wasser der Feinmörtel enthielt, man konnte aber keine Vorstellung darüber gewinnen, wie viel Wasser in dem gesammten inneren Mörtelbewurf eines Zimmers enthalten ist und wieviel Wasser noch verdampfen muss, damit das Zimmer als trocken bezeichnet werden kann. Um nun neben dem Procentgehalt auch diejenige Wassermenge zu ermitteln, welche in dem Mörtelbewurf des ganzen Zimmers enthalten ist, verfährt man folgendermaassen:

---

1) Wiesbaden, Verlag von J. F. Bergmann 1890. S. 483.

Man benützt zur Entnahme der Mörtelproben eine Stanze aus Stahl (Fig. 1), auf deren massive Grundplatten beliebig grosse, cylinderförmige Formen von 1, $^1/_2$ oder $^1/_4$ qdcm grossem Querschnitt aufgeschraubt werden können. Diese Stanze (ich benütze gewöhnlich eine solche von 1 qdcm Querschnitt) wird mit ihrer Schneide auf die Mauerfläche gesetzt und durch einige wuchtige, auf den Stiel der Stanze geführte Hammerschläge durch den Mörtelbewurf hindurch bis auf die Steine in die Mauer getrieben. Die keilförmige Wandung der Stanze drängt die im Mörtel befindlichen Kieselsteine zur Seite und dringt desshalb leicht, ohne dass die Schneide schartig wird, bis auf die Mauersteine ein. Ist letzteres geschehen, dann führt man auf die Seitenwand der Stanze einige leichte Hammerschläge und zieht nun die Form zurück. Es gelingt auf diese Weise, eine

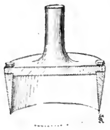


Fig. 1.

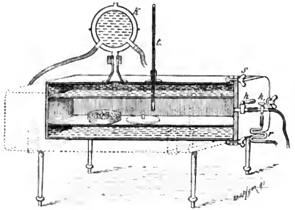


Fig. 2.

1 qdcm grosse Mörtelscheibe (oder eine solche von $^1/_2$ oder $^1/_4$ qdcm) von der Dicke des Mörtelbewurfs herauszuheben. Etwaige an den Steinen haftende Mörtelreste werden am besten mittelst eines rinnenförmigen Scharrireisens mit stumpfwinkelig aufgebogener

Schneide (oder einfach vermittelst Meissel oder Messer) sorgfältig abgeflächt und in die Stanze gebracht. Die gesammte Mörtelprobe wird nun in der Stanze selbst vermittelst eines Pistills zerkleinert und dann gewogen. Man ermittelt so das Gewicht eines 1 qdcm grossen Stückes des Mörtelbewurfs und kann nun auf Grund der Ausmessung des Zimmers (Höhe und Breite der Wandflächen) nach Ausführung der Wasserbestimmung den Feuchtigkeitsgehalt des gesammten inneren Mörtelbewurfs berechnen. Behufs Ausführung der Wasserbestimmung werden in flachen kreisrunden Nickelschalen (Fig. 2) von 11 cm Durchmesser je 120 bis 200 g Gesammtmörtel abgewogen und in den Vacuumapparat (Fig. 2) gebracht. Dieser Vacuumtrockenschrank fasst sechs solcher Nickelschalen. Derselbe ist nach dem Princip des Soxhlet'schen Schnelltrockenschrankes aus Kupfer hergestellt. Wie bei letzterem, so befinden sich auch bei diesem Vacuumtrockenschrank die breiten Grundflächen der Nickelschalen, welche die zu trocknende Substanz enthalten, in directem leitendem Contact mit der auf 100° C. (oder bei Anwendung von Kochsalz auf 102° C.) erhitzten Bodenfläche des Apparates. Bei den gewöhnlichen Lufttrockenschränken wird der zu trocknenden Substanz die Wärme durch heisse Luft zugeführt; die Luft ist aber ihrer geringen specifischen Wärme und ihrer schlechten Wärmeleitungsfähigkeit wegen ein sehr schlechtes Medium für Wärmezuführung. Es muss daher, wie Soxhlet gezeigt hat, der zu trocknenden Substanz die Wärme nicht durch heisse Luft, sondern durch Leitung von der Heizfläche aus zugeführt werden und das Trockengefäss zu diesem Zweck mit möglichst grosser Berührungsfläche der Heizfläche aufliegen. Der Vacuumtrockenschrank ist doppelwandig. Der Zwischenraum zwischen den doppelten Wandungen ist mit Wasser gefüllt, welches vermittelst eines Bunsenbrenners siedend erhalten wird. Ein Luftraum, in welchem an allen Stellen möglichst gleiche Temperatur herrschen soll, lässt sich, wie ebenfalls Soxhlet betont, nur herstellen, wenn demselben von allen Seiten in gleichem Maasse Wärme zugeführt wird; am einfachsten, indem man den möglichst kleinen Innenraum von allen Seiten mit einer auf bestimmte Temperatur

oder zum Sieden erhitzten Flüssigkeit umgibt.[1]) Ein Soxhlet'scher Kühler verhindert das Verdampfen des Wassers und dient zur Erhaltung eines unveränderten Flüssigkeitsstandes, sowie eventuell der gleichen Concentration der Kochsalzlösung. Die Temperatur des Innenraumes kann an einem in denselben luftdicht eingefügten Thermometer abgelesen werden. Nachdem die Proben in den Apparat gestellt wurden, wird der Deckel fest aufgeschraubt und das Ausgangsrohr mit einer Wasserstrahlluftpumpe in Verbindung gesetzt. Es ist gut, hinter das Ausgangsrohr einen Drei-Weg-Hahn aus Glas einzuschalten. Man sieht an der in der Glasröhre vor sich gehenden Condensation von Wasserdämpfen, ob noch Wasser entweicht oder ob der Mörtel getrocknet ist. Wenn ersteres nicht mehr der Fall ist, verschwindet die Bethauung der Glasröhre vollkommen, und wenn man von diesem Moment ab die zu trocknenden Proben noch eine viertel Stunde im Apparat belässt, dann kann man sicher sein, dass die Trocknung vollendet ist. Man unterbricht nun die Verbindung mit der Wasserstrahlluftpumpe unter geeigneter Benützung des Drei-Weghahnes und lässt durch ein an den letzteren befestigtes, mehrfach U förmig gebogenes, zum Theil mit Chlorcalcium, und im Uebrigen mit Natronkalk gefülltes Rohr wasser- und kohlensäurefreie Luft in den Apparat eintreten, öffnet den Deckel, bringt die Schalen in Exsicatoren und wägt nach dem Erkalten.

Anfangs war ich wegen der Zusammensetzung des Mörtels aus sehr verschieden grossen Körnern und Steinchen in Zweifel, ob es zulässig sei, die Wasserbestimmung einfach durch Abwägen und Trocknen von je 100—200 g Gesammtmörtel auszuführen. Es zeigte sich aber, dass man beim Abwägen und Sieben zahlreicher Portionen von einer gut gemischten Durchschnittsprobe: Feinmörtel und Steine stets in nahezu gleichen Mengen erhält, vorausgesetzt, dass man ein geschlossenes Drahtsieb von 1 mm Maschenweite mit Messingfassung anwendet und beide Theile (Feinmörtel und Steine) mit Feder oder Pinsel sorgfältig sammelt.

1) Die Abbildung ist nicht ganz richtig, da selbstverständlich auch die hintere Wand einen Wassermantel besitzt.

Beim Sieben der folgenden 6 Proben von je 120 g ergab sich:

	Feinmörtel	Steine	Summe
I.	78,4	41,2	119,6
II.	79,1	40,7	119,8
III.	78,5	41,3	119,8
IV.	78,7	41,0	119,7
V.	79,0	40,9	119,9
VI.	78,9	40,9	119,8

Diese Zahlen zeigen, dass die Wasserbestimmung einfach durch Abwägen und Trocknen von 120 g Gesammtmörtel ausgeführt werden kann, trotz der ungleichmässigen mechanischen Zusammensetzung des Mörtels (Kieselsteinchen und Sand), da die letztere höchstens Fehler von 0,08 % bedingt.

Rechnet man den Verlust beim Sieben, welcher nach obigen Zahlen im Maximum 0,4 g beträgt, als Feinmörtel und nimmt man den Wassergehalt des Feinmörtels zu 8 % und den der Steine zu 0,6 % an, so zeigt die Rechnung, dass sich, in Folge der ungleichmässigen Mischung von Steinen und Feinmörtel, bei verschiedenen Controlbestimmungen für den Wassergehalt des Gesammtmörtels höchstens Fehler von 0,04 % ergeben und selbst wenn der Wassergehalt des Feinmörtels 15 % und der der Steine 1,5 % betragen würde, wäre der Fehler nur 0,77 %. Controlbestimmungen ergaben thatsächlich solche Differenzen: Wassergehalt des Gesammtmörtels im Vacuumapparat bestimmt:

I	II (Controlbestimmung)	Differenz
5,428	5,459	0,031
10,901	10,892	0,009
18,104	18,170	0,066
22,470	22,357	0,113

Dr. Zech, welcher eine Reihe von Mörteluntersuchungen nach meiner Methode ausführte, verwendete stets den gesammten Inhalt der Stanze, d. h. das ganze 1 qdcm grosse Stück des inneren Mörtelbewurfs zur Wasserbestimmung, indem er dasselbe in zwei Schalen vertheilte. Auf diese Weise wird jeder Fehler, welcher durch die ungleichmässige Vertheilung von Feinmörtel und Steinen bedingt werden könnte, vermieden und es ist ganz gleichgiltig, ob in die eine Schale relativ mehr Steine und weniger Feinmörtel gelangen als in die andere, da das Mittel aus beiden Bestimmungen den wahren Wassergehalt des Mörtels ergibt. Wenn man in diesem Falle eine Stanze von nur 0,5 qdcm Querschnitt anwendet, so kann man den gesammten Inhalt derselben in einer einzigen Trockenschale unterbringen.

Das bei der Methode von Glässgen, sowie bei der von Lehmann und Nussbaum unvermeidliche Sieben des Mörtels verursacht übrigens, wie die folgenden Zahlen zeigen, viel grössere Fehler bei der Bestimmung des Wassergehaltes des Feinmörtels, als solche bei den obigen Controlbestimmungen hervortreten.

Bei einer Mörtelprobe wurde in zwei sich controlirenden Bestimmungen der Wassergehalt des von den Steinen abgesiebten Feinmörtels zu 11,64 und 11,58 % (Differenz 0,06 %) bestimmt. Als dieser Feinmörtel wieder mit den Steinen vereinigt und noch zweimal durch das Sieb getrieben worden war, ergab die Wasserbestimmung des Feinmörtels 10,68 und bei der Controlbestimmung 10,50 %, im Mittel also 10,59 %. Das zweimalige Sieben verursachte somit einen Wasserverlust von (11,61—10,59) = 1,2 %. Weitere Versuche zeigten, dass dies kein einmaliges, zufälliges Vorkommniss war, und dass durch das Sieben derartige Fehler regelmässig bedingt werden. So wurde z. B. eine Mörtelprobe von 1000 g durch Sieben in Steine und Gesammtmörtel getrennt, wobei sich 700 g Steine und 300 g Feinmörtel ergaben. Von letzterem wurden je 46,2220 und 52,9530 g in Nickelschaalen abgewogen und die Wasserbestimmung im Vacuumapparat aus-

geführt. Es ergab sich ein Wassergehalt für Probe I von 12,639 %, für Probe II von 12,612 %. Der Rest des abgesiebten Feinmörtels (ca. 200 g) wurde nochmals durch das Metallsieb getrieben, wozu 7 Minuten nöthig waren, und dann sofort je 51,0983 g und 55,3088 g zur Wasserbestimmung in den Vacuumapparat gebracht. Nach dem Sieben waren die Messingwandungen des Siebes sowohl, als die des damit dicht verbundenen Auffanggefässes deutlich feucht, sie hatten also offenbar Wasser zurückgehalten und die Wasserbestimmung ergab in der That einen Wassergehalt bei Probe I von 12,094 % und bei Probe II von 12,005 %. Durch das Sieben des Feinmörtels, welches jedoch selbstverständlich kürzere Zeit in Anspruch nimmt, als das Sieben des Gesammtmörtels, war also auch in diesem Falle ein Wasserverlust von im Mittel 0,577 % verursacht worden.

Bei einer andern Mörtelprobe wurde der Wassergehalt des Gesammtmörtels im Vacuumapparat zu 3,535 %, der Wassergehalt des abgesiebten Feinmörtels im gleichen Apparat zu 4,465 %, und der Wassergehalt der Steine ebenso zu 0,906 % bestimmt. Berechnet man nun nach den beiden letzten Zahlen unter Berücksichtigung des Gewichtsverhältnisses von Feinmörtel und Steinen im Gesammtmörtel (60,41 : 39,59) den Wassergehalt des letzteren, so erhält man 3,056 %, eine Zahl, die vom wirklichen Wassergehalt des Gesammtmörtels (3,535 %) um 0,479 % abweicht; diese letztere Grösse, um welche der berechnete Wassergehalt des Gesammtmörtels zu niedrig ausfällt, muss ebenfalls wesentlich durch Wasserverlust und CO^2-Aufnahme beim Sieben bedingt sein. Dieser, durch das Sieben bedingte Fehler, ist, wie gesagt, sicherlich nicht allein durch Wasserverlust, sondern auch, wenn auch nur zum geringsten Theil, durch Aufnahme und Bindung von Kohlensäure aus der Luft verursacht. Bei anderen ähnlichen Versuchen wurden bald etwas kleinere, oft aber auch noch grössere Differenzen, resp. Verluste erhalten. Diese Differenzen werden je nach dem grösseren oder geringeren Kohlensäuregehalt der Luft, dem Sättigungsdeficit derselben und je nach dem grösseren oder geringeren Aetzkalk- und Wassergehalt des Mörtels sehr verschieden sein. Aber gerade desshalb, weil

beim Sieben des Mörtels nicht nur die Gefahr des Wasserverlustes, sondern auch die Möglichkeit der Kohlensäure-Aufnahme und Bindung durch den Aetzkalk in ganz uncontrolirbarem Maasse besteht, muss bei einer genauen Methode das Sieben vermieden und der Gesammtmörtel zur Wasserbestimmung verwendet werden.

Gegenüber der sogen. Methode von Lehmann und Nussbaum, welche den Mörtel sieben und nur den Feinmörtel analysiren, das Resultat aber bei Vernachlässigung des Wassergehaltes der Steine auf Gesammtmörtel berechnen, erhält man nach meiner Methode ganz verschiedene Zahlen, was nach den oben mitgetheilten Thatsachen ganz erklärlich, d. h. selbstverständlich ist und durch ein Beispiel erläutert werden soll.

Eine Mörtelprobe wurde nach gründlicher Mischung in zwei Hälften getheilt und in der einen Hälfte

1. der Wassergehalt des steinhaltigen Gesammtmörtels im Vacuumapparat zu 3,535 % bestimmt,

   die andere Hälfte wurde gesiebt und

2. der Wassergehalt des Feinmörtels im Vacuumapparat zu 4,465 %,
3. der Wassergehalt der Steine im Vacuumapparat zu 0,906 % und
4. der Wassergehalt des Feinmörtels nach Lehmann und Nussbaum zu 4,248 % bestimmt.

Glässgen bleibt bei dieser direct aus der Analyse des Feinmörtels sich ergebenden Zahl 4,248 %, Lehmann und Nussbaum aber berechnen daraus unter Vernachlässigung des Wassergehaltes der Steine den Wassergehalt des Gesammtmörtels und erhalten so 2,466 %, eine willkürliche Zahl, die nichts ist als ein Scheinresultat, welches im gegebenen Falle vom wirklichen Wassergehalte des Gesammtmörtels (3,535 %) um nicht weniger als 1,069 % differirt, d. h. um diese Grösse zu niedrig ist.

Die sogen. Methode von Lehmann und Nussbaum ist also mit zwei wesentlichen, sich addirenden Fehlern behaftet, deren einer durch das Sieben bedingt

ist, während der andere auf der Vernachlässigung des Wassergehaltes der Steine beruht und diese Fehler, welche der Methode von Lehmann und Nussbaum anhaften, werden um so grösser, je höher der Wassergehalt des Mörtels ist, so war z. B. bei der obigen Mörtelprobe bei einem Wassergehalt des Feinmörtels von 4,465 % der Wassergehalt der Steine 0,906 %, während der letztere in einem andern Falle bei einem Wassergehalt des Feinmörtels von 10,434 % die Grösse von 2,889 % erreichte. Es ist, weil fehlerhaft und irreführend, gewiss nicht zulässig, aus dem Wassergehalt des Feinmörtels unter Vernachlässigung eines so grossen Wassergehaltes der Steine von nahezu 3 % den Wassergehalt des Gesammtmörtels zu berechnen.

Die gewöhnlichen Trockenschränke konnte man bei der langen Zeit, welche zum Trocknen nöthig ist, der Gefahr der Kohlensäureaufnahme wegen zum Trocknen des Mörtels nicht anwenden. Nachdem aber Soxhlet neuerdings einen Schnelltrockenschrank construirt hat, in welchem Mörtelmengen von 100 g und mehr schon in einer Viertelstunde getrocknet werden können, war es angezeigt, zu untersuchen, ob vielleicht in derartigen Apparaten die Wasserbestimmung des Mörtels ohne sehr erhebliche Fehler durch einfaches Trocknen bei 100° C. ausführbar wäre, zumal sich der Moment, in welchem alles Wasser verdampft ist, durch das Constantwerden der Temperatur scharf erkennen lässt. Aber schon die Feststellung der pro Stunde durch den Soxhlet'schen Trockenschrank geförderten Luftmenge ergab, dass dies nicht zulässig ist; diese wurde nämlich von mir vermittels des Recknagel'schen Differentialmanometers und Anemometers zu 10 cbm pro Stunde ermittelt. Nimmt man den CO_2-Gehalt der durch den Trockenschrank ziehenden Luft auch nur zu 0,4 ‰ (CO_2-Gehalt der freien Luft) an, so ergibt sich durch Rechnung, dass diese Luft 1,965 g CO_2 in einer Viertelstunde über den zu trocknenden Mörtel hinwegführt. Sehr oft wird aber die mit den Verbrennungsprodukten der Heizflammen des Trockenschrankes beladene Luft bis zu 2 ‰ CO_2 enthalten und in diesem Falle würden dann nicht weniger als

9,8 g CO_2 in einer Viertelstunde über den Mörtel im Trockenschrank gefördert werden. Obgleich es auf Grund dieser Ueberlegungen als unzulässig erscheinen musste, zur Bestimmung des Wassergehaltes von Mörtel einen solchen Trockenschrank anzuwenden, so habe ich doch noch festzustellen gesucht, welche Mengen von CO_2 wasserreicher Aetzkalk aus der durch den Soxhlet'schen und gewöhnlichen Lufttrockenschrank ziehenden Luft thatsächlich aufnimmt. Gebrannter CO_2-freier Aetzkalk wurde mit destillirtem Wasser gelöscht, bis derselbe die Consistenz des „wassersteifen" Gruhenkalkes hatte und Proben von je 50 g zur Wasserbestimmung im Vacuumapparat, in Soxhlet's Schnelltrockenschrank und im gewöhnlichen Luft-Trockenschrank abgewogen.

Es ergab sich:

Wassergehalt im Vacuumapparat bestimmt		47,27 %,
»	in Soxhlet's Trockenschrank nach 20 Minuten langem Trocknen	45,54 %,
»	in Soxhlet's Trockenschrank nach 40 Minuten langem Trocknen	45,21 %,
»	im gewöhnlichen Lufttrockenschrank nach 4 Stunden langem Trocknen	45,43 %,
Aetzkalk mit einem Wassergehalt von		47,27 %,
hatte somit an CO_2 aufgenommen beim Trocknen		
in Soxhlet's Trockenschrank nach 20 Minuten		1,73 %,
» » » » 40 »		2,06 %,
im gewöhnlichen Lufttrockenschrank nach 4 Stunden		1,84 %.

Es tritt also thatsächlich beim Trocknen von Aetzkalk im Soxhlet'schen oder im gewöhnlichen Lufttrockenschrank eine beträchtliche Gewichtsvermehrung durch CO_2-Aufnahme ein, die nicht vernachlässigt werden kann.

Man könnte glauben, dass es trotzdem angängig sei, die Wasserbestimmung bei Mörtel vermittelst des Soxhlet'schen oder eines gewöhnlichen Lufttrockenschrankes auszuführen, weil der Putzmörtel ja nur circa 10—15 % Aetzkalk enthält.

Wenn es nun auch keinem Zweifel unterliegt, dass der Fehler, welcher bei Mörtel gemacht wird, wesentlich geringer

sein wird als der bei der Wasserbestimmung von Aetzkalk, so wird doch, weil der CO_2gehalt der Laboratoriumsluft sehr variabel ist und die Ventilationsluft mit den Verbrennungsproducten der Heizflammen beladen den Trockenschrank durchzieht, das Resultat unter allen Umständen so unsicher sein, dass sich auf dasselbe eine gerichtliche Aussage oder ein Gutachten nicht wird stützen können. In solchen Fällen muss jeder Zweifel an der Richtigkeit der Wasserbestimmung ausgeschlossen sein, wesshalb die Anwendung des Vacuumtrockenschrankes unerlässlich ist.

Die mit Hülfe desselben ausgeführte Methode der Bestimmung der Wandfeuchtigkeit ist übrigens so einfach, dass dieselbe von jedem amtlichen Arzt leicht ausgeführt werden kann, zumal es genügt, die Mörtelproben auf einer gewöhnlichen Apothekerwaage abzuwägen.

Ein grosser Vortheil der Methode besteht darin, dass man mit Hülfe derselben zugleich auch den Wassergehalt des gesammten inneren Mörtelbewurfs eines Zimmers u. dgl. ermitteln kann.

Bei einem erst vor Kurzem bezogenen Zimmer eines Neubaues, welches der Wandfeuchtigkeit halber wieder verlassen werden musste, bestimmte ich beispielsweise den Wassergehalt des Mörtels im Mittel zu 7%. Die Breite und Länge des Zimmers war 5 m, die Höhe 3,90 m und der Wassergehalt des gesammten inneren Mörtelbewurfs (Zimmerdecke ausgenommen) ergab sich zu 238 l. Nach den von Glässgen aufgestellten Normen dürfte der innere Mörtelbewurf dieses Zimmers, wenn es trocken und bewohnbar sein soll, höchstens 24 l Wasser enthalten. Es müssten somit in diesem Falle noch 214 l Wasser aus dem Mörtelbewurf durch Verdampfen entfernt werden, damit das Zimmer trocken und bewohnbar wird.

Das sind ganz unerwartet grosse Wassermengen, um welche es sich da handelt. Wenn man nun, wie es bisher Brauch war, dem Richter oder dem Laien sagt: »der Mörtel eines auf Wandfeuchtigkeit untersuchten Zimmers enthält 7% Wasser«, so weiss er mit dieser Angabe wenig anzufangen. Er gewinnt aber sofort eine richtige Vorstellung von dem Feuchtigkeitsgrad des Zimmers,

wenn man ihm sagt: »der innere Mörtelbewurf der Zimmerwände enthält 238 l Wasser und es müssen noch 214 l Wasser aus dem Mörtel verdampfen, damit die Wände trocken werden«.

Was nun den Wassergehalt anlangt, bei welchem eine Wand als trocken zu erklären ist, so muss die Forderung Glässgen's, nach welcher der Wassergehalt des Feinmörtels auf 1% gesunken sein müsse, nach allgemeiner Ansicht als etwas zu streng erscheinen, und es dürfte sich empfehlen, statt dessen einen Wassergehalt des Gesammtmörtels (mit dem Vacuumapparat bestimmt) von 2% als Norm der Trockenheit zu fordern.

Behufs Beurtheilung der Wandfeuchtigkeit eines Zimmers wäre demnach in Zukunft folgendermaassen zu verfahren: Man misst Länge, Breite und Höhe des Zimmers und entnimmt vermittels einer 0,5 qdcm grossen Stanze von jeder Wand Mörtelproben, in Form kreisrunder Scheiben von der ganzen Dicke des Mörtelbewurfs. Ein Schaden wird hierdurch nicht verursacht, da die in der Wand entstehenden regelmässigen Defecte sehr leicht sofort mit Gyps ausgefüllt und verstrichen werden können. Jede dieser Mörtelproben wird sofort in der Stanze bis zur Sonderung von Steinen und Feinmörtel zerrieben, in einem luftdicht schliessenden Glase in's Laboratorium transportirt und dort in einer flachen Nickelschale abgewogen. Behufs Trocknung bei 100°C. werden gleichzeitig sechs solcher Proben in den vorher angeheizten Vacuumtrockenschrank gebracht, der Deckel geschlossen und dessen Ausgangsrohr mit der Wasserstrahlluftpumpe verbunden. Zeigt das Thermometer im Innern 100°C. und das Manometer an der Wasserstrahlluftpumpe, dass im Apparat Luftleere erzielt ist, dann bedarf derselbe keiner weiteren Ueberwachung. Es ist nur mehr nöthig, nach Ablauf von circa ½ bis 1 Stunde zu constatiren, ob die Glasröhre des Dreiweghahns keine Wassercondensation mehr erkennen lässt. Ist eine solche nicht mehr zu beobachten, dann lässt man nach Ablauf einer weiteren Viertelstunde durch einfache Drehung des Dreiweghahns kohlensäure- und wasserfreie Luft in den Apparat eintreten, nimmt den Deckel ab und die Proben heraus, um sie nach dem Erkalten im Exsicator zurückzuwägen.

Die Ermittelung des Wassergehaltes von 6 Mörtelproben nach dieser Methode nimmt somit die Zeit des Untersuchers kaum länger als 1/4 bis 1/2 Stunde in Anspruch, während die Methode von Glässgen auch nach den von Lehmann und Nussbaum vorgeschlagenen unwesentlichen Modificationen ausgeführt, den Untersucher mindestens 2 1/2 bis 3 Stunden so beschäftigt (Controlirung der Temperatur und des Wasserzuflusses), dass er andere Arbeiten während dieser Zeit kaum auszuführen im Stande ist.

Wenn es auch nicht so weit kommen sollte, dass in Zukunft der amtliche Arzt die Beurtheilung der Beziehbarkeit von Neubauten auf die Bestimmung der Wandfeuchtigkeit gründet, so darf man doch hoffen, dass die oben beschriebene einfache Methode, deren Ausführung so wenig Zeit in Anspruch nimmt, wenigstens vom Hygieniker in Zukunft recht oft angewendet wird, im Interesse der Gesundheit und im Interesse der gerechten richterlichen Entscheidung in streitigen Fällen.

Ueber den Schmutzgehalt der Würzburger Marktmilch und die Herkunft der Milchbacterien.[1])

Von

Dr. Leopold Schulz,
aus Stolp in Schlesien.

(Aus dem hygienischen Institut in Würzburg.)

Im Wintersemester 1888/89 hat im hiesigen hygienischen Institute Herr Dr. Johannes Clauss[2]), wohl als der erste, quantitative Untersuchungen über den Pilzgehalt der Marktmilch in frischem Zustande, beim Stehen, bei zunehmender Säurung angestellt. Es war dabei gefunden worden, dass 1,2—2,3 Millionen Spaltpilze in 1 ccm frischer Marktmilch zur Winterszeit in Würzburg gefunden werden, im Sommer hat Hohenkamp 1,9 bis 7,2 Millionen unter den gleichen Verhältnissen gefunden. Als Ursprung dieser Bacterien war nach den schönen Arbeiten von Soxhlet in erster Linie an den Kuhkoth zu denken und der Verdacht lag sehr nahe, dass die Würzburger Milch sehr schmutzreich sei. Nachdem Renk[3]) nun kürzlich eine Methode zur

1) Eine vorläufige Mittheilung der Hauptresultate dieser Arbeit machte Herr Prof. Dr. K. B. Lehmann auf der Versammlung des deutschen Vereins für öffentliche Gesundheitspflege in Leipzig. Sept. 1891. In ausführlicherer Form ist die Arbeit als meine Inauguraldissertation im Juli 1891 gedruckt worden.

2) »Bacteriologische Untersuchungen der Milch im Winter 1888/89 in Würzburg mit besonderer Berücksichtigung der Milchsäure bildenden Bacterien.« Diese Arbeit ist im April 1889 als Dissertation gedruckt, also früher als die ähnlichen Studien von Escherich und Cnopf.

3) Münchener Medic. Wochenschrift Nr. 6 und 7.

Bestimmung des Schmutzgehaltes der Milch angegeben, forderte mich mein hochverehrter Lehrer Herr Prof. Dr. K. B. Lehmann auf, einmal in der Würzburger Milch Schmutzbestimmungen auszuführen. Es wurde dabei Renk's Methode verwendet und folgendermaassen verfahren:

In einem reinen mit einem Wattebausch verschlossenen Glaskolben wurde je 1 l Milch bei den einzelnen Händlern entnommen, sofort nach Ankunft im hygienischen Institut in einen (reinen!) Messcylinder von 1 l umgegossen und mit Filtrirpapier und Glasplatte zugedeckt 2 Stunden stehen gelassen. Nach dieser Zeit hatte sich ein mehr oder weniger bedeutender Bodensatz gebildet und es wurde nun die Milch unter sorgfältiger Vermeidung eines Aufrüttelns des abgesetzten Schmutzes bis auf die letzten etwa 30—40 ccm abgehebert. Diese wurden dann mit reinem Wasser wieder bis auf 1 l verdünnt und wieder eine Stunde stehen gelassen. Zum Absetzen des Schmutzes in der Verdünnung genügte diese Zeit. Nach Verlauf dieser Frist wurde wieder abgehebert, wieder bis auf 1000 verdünnt und wieder stehen gelassen. Diese Procedur wurde so oft wiederholt, bis sich die ganze Schmutzmenge in reinem Wasser befand, was nach einem 4—5 maligen Abhebern und Wiederauffüllen der Fall zu sein pflegte. Nachdem dies erreicht war, wurde nochmals bis auf etwa 100—150 ccm abgehebert und dieser Rest durch vorher in Wägegläschen getrocknete und gewogene Filter filtrirt. Diese wurden sammt Schmutz wiederum getrocknet und abermals gewogen, woraus sich dann das Gewicht der Trockensubstanz des in 1 l enthalten gewesenen Schmutzes ergab. Verschiedene Controlversuche zeigten die Brauchbarkeit der Methode, Verbesserungs- und Vereinfachungsversuche blieben resultatlos.

Bedenken wir nun aber, dass die Schmutzstoffe nicht trocken, sondern wasserhaltig in der Milch vorhanden sind, und bringen wir von dem von Renk für Kuhkoth gefundenen Wassergehalte von 87 % in der Annahme, dass möglicherweise der in die Milch gelangte Koth noch weiter ausgetrocknet war, nur 80 % in Anrechnung, so steigt das Gewicht auf das Fünffache.

Für in Würzburg verkaufte Milch fand ich folgende Werthe:

Tabelle I (Milch wie sie in der Stadt verkauft wird).

Laufende Nr	Datum der Untersuchung	Filtergewicht in g	Filter + Schmutz trocken in g	Schmutz trocken in mg	Im Mittel	Schmutz frischer Substanz in mg	Im Mittel
1	11. III. 91	0,7265	0,7270	0,5		2,5	
2	11. III. 91	0,7520	0,7527	0,7		3,5	
3	16. III. 91	0,7945	0,7954	0,9		4,5	
4	23. III. 91	0,8104	0,8115	1,1		5,5	
5	26. III. 91	0,7462	0,7476	1,4		7,0	
6	9. III. 91	0,8105	0,8120	1,5		7,5	
7	16. III. 91	0,7755	0,7774	1,9		9,5	
8	14. III. 91	0,7795	0,7815	2,0		10,0	
9	18. III. 91	0,7625	0,7647	2,2		11,0	
10	9. III. 91	0,6913	0,6935	2,2	3,02 mg in 1 l	11,0	15,1 mg in 1 l
11	9. III. 91	0,7870	0,7896	2,6		13,0	
12	13. V. 91	0,8027	0,8057	3,0		15,0	
13	17. III. 91	0,6349	0,6381	3,2		16,0	
14	13. V. 91	0,6370	0,6410	4,0		20 0	
15	4. III. 91	0,7915	0,7369	5,4		27,0	
16	4. III. 91	0,8366	0,8425	5,9		29,5	
17	2. III. 91	0,8157	0,8235	7,8		39,0	
18	2. III. 91	0,7860	0,7941	8,1		40,5	

In den zwei auf S. 263 folgenden Tabellen seien noch einige Resultate mitgetheilt, die bei gleichartigen Untersuchungen der Landmilch (II) in der Umgebung von Würzburg und bei „ins Glas“ gemolkener Milch (III) gewonnen wurden.

Die Werthe beziehen sich nur auf ½ l.

Ich habe schliesslich noch, um eine weitere Uebersicht zu gewinnen, Gelegenheit genommen, in einer grösseren Anzahl von Milchgeschäften, Gehöften und Haushaltungen, wo Milch in Glasgefässen aufbewahrt wurde, den etwaigen Bodensatz anzusehen und konnte denselben, nachdem sich mein Blick an den genau quantitativ bestimmten Verunreinigungen einigermaassen geübt hatte, durchschnittlich auf etwa höchstens 3—4 mg Trockensubstanz Gewicht per Liter veranschlagen.

Ich habe nun in der nebenstehenden Tabelle IV zum Vergleich die von **Renk** gefundenen Mittel- und Maximalwerthe der trockenen und frischen Substanz für Halle, Berlin, München und

Leipzig zusammengestellt und die von mir für Würzburg gefundenen Resultate angereiht.

Tabelle II. Auf dem Lande gekaufte Milch.

	Filtergewicht in g	Filter + Schmutz trocken in g	Schmutz trocken in mg pro ½ l	Im Mittel	Frische Substanz in mg	Im Mittel
Dorf A	0,7371	0,7373	0,2	1,72 mg in ½ l	1,0	8,60 mg in ½ l
Dorf B	0,7595	0,7602	0,7		3,5	
Dorf C	0,7776	0,7787	1,1		5,5	
Dorf D	0,8014	0,8029	1,5		7,5	
Dorf E	0,7465	0,7516	5,1		25,5	

Tabelle III (In's Glas gemolkene Milch).

Laufende Nummer	Filtergewicht in g	Filter + Schmutz trocken in g	Schmutz trocken in mg pro ½ l	Im Mittel	Frische Substanz in mg	Im Mittel
1	0,7817	0,7822	0,5	2,3 mg in ½ l	2,5	11,5 mg in ½ l
2	0,7563	0,7588	2,5		12,5	
3	0,7955	0,7983	2,8		14,0	
4	0,8185	0,8219	3,4		17,0	

Tabelle IV.

1 Liter Milch enthält an Schmutz in									
Würzburg		Leipzig		München		Berlin		Halle	
Im Mittel		Im Mittel		Im Mittel		Im Mittel		Im Mittel	
Trocken Substanz	Frische Substanz	Trocken Substanz	Frische Substanz	Trocken Substanz	Frische Substanz	Trocken Substanz	Frische Substanz	Trocken Substanz	Frische Substanz
3,02	15,1	3,8	19,0	9,0	45,0	10,3	51,5	14,92	74,60
Maximum		Maximum		Maximum		Maximum		Maximum	
Trocken Substanz	Frische Substanz	Trocken Substanz	Frische Substanz	Trocken Substanz	Frische Substanz	Trocken Substanz	Frische Substanz	Trocken Substanz	Frische Substanz
8,1	40,5	11,5	57,5	27,9	139,5	50,0	250,0	72,5	362,5
mg		mg		mg		mg		mg	

Das bedeutet für Halle bei einem täglichen Verbrauch von nur 1—2 l Milch unter Zugrundelegung des Mittels der dort gefundenen Verunreinigungen einen monatlichen Consum von 4—5 g frischen Kuhkothes, für Würzburg nur etwa 0,5—1,0 g.

Absolut reine Milch, d h. solche, die nach zweistündigem Stehen in einem Glasgefäss gar keinen Bodensatz gezeigt hätte, habe ich hier nicht gefunden und hat das wohl in der Mehrzahl der Fälle seinen Grund darin, dass hier in Franken zum Seihen der Milch keine Tücher, sondern feine Siebe benutzt werden, die nicht so sicher wirken wie ein Seihtuch.

Der niedere Schmutzgehalt der Würzburger Milch, wie die Tabelle IV. enthüllt, erschien sehr schwer mit den hohen Pilzzahlen, die Clauss in der frischen Marktmilch gefunden, zu vereinen. Herr Professor Lehmann veranlasste mich daher nochmals, diese Untersuchungen aufzunehmen, und weiter nach der Ursache dieser Divergenz zu forschen.

Es wurde zunächst in einem Würzburger Stall von mittlerer Sauberkeit, Milch in folgender Weise gemolken. Hände des Melkers und Kuheuter wurden in landesüblicher Weise mit Wasser gewaschen, in einen sterilisirten Kolben wurden die ersten 200 bis 300 ccm des Euterinhalts rasch eingemolken, der Kolben mit Watte verschlossen in's nahe Laboratorium gebracht und sofort untersucht.

Plattenkulturen in Verdünnungen nicht nur von 1 : 9261, wobei ja bedeutende Ungenauigkeiten vorkommen können, sondern auch von 1 : 21 und 1 : 441 untersucht, ergaben folgenden Pilzgehalt: (Siehe Tabelle nächste Seite).

Früher wurden nun für hiesige Marktmilch per ccm entwicklungsfähige Keime gefunden (Clauss, Hohencamp):

Im Winter zwischen 1,2 und 2,3 Millionen.

Im Sommer zwischen 1,9 und 7,2 Millionen.

Waren nun diese Zahlen, bei denen es sich um aufbewahrte Milch handelt, allenfalls verständlich, so war ich nicht wenig überrascht über diese hohen Zahlen in der frischen Milch.

Fehlerquellen in der Methodik liessen sich keine finden.

Platten mit dem zur Verdünnung verwandten sterilisirten Wasser bleiben steril und eventuelle Luftpilze können allenfalls bei starken Verdünnungen, nicht aber auch bei den hier in Anwendung gekommenen schwachen eine Fehlerquelle sein. So schwer es denkbar schien, so waren wir nach der herrschenden

Ansicht vorläufig gezwungen, in der Unreinlichkeit des Stalles, der ungenügenden Reinigung der Hände und des Euters, die Veranlassung für das Eindringen dieser enormen Pilzzahlen zu sehen!

Tabelle A.

Nummer	Datum	Verdünnung der Milch	Pilzanzahl auf einer Platte	Pilzgehalt der Milch im ccm	Mittlerer Pilzgehalt der Milch in 1 ccm	
I.	2. Juni 91	1:21	a.	nicht genau		Geronnen am zweiten Tage bei einer durchschnittlichen Zimmertemperatur von 20° C.
			b.	zählbar		
		1:441	a. 4288	1891008	1862784	
			b. 4160	1834560		
		1:9261	a. 194	1796634	1886157	
			b. 210	1944810		
			c. 207	1917027		
II.	5. Juni 91	1:21	a.	nicht genau		
			b.	zu zählen		
		1:441	a. 3520	1552320	1580444	
			b. 3648	1608568		
		1:9261	a. 167	1546587	1463238	
			b. 158	1463238		
			c. 149	1379889		

Ich versuchte nun unter besseren äusseren Verhältnissen zu arbeiten, begab mich mit den nötigen sterilen Nährböden (Agar) Dosen, Pipetten und Kölbchen mit sterilem Wasser nach einem Gute in der Nähe und verfuhr wie folgt:

Unter meiner Aufsicht wurden Euter und Hände ganz energisch mit Wasser gereinigt, hierauf beides mit Sublimat 1 : 2000 abgewaschen, dann wieder sorgfältig mit viel Wasser abgespült und schliesslich wieder etwa 300 ccm vom ersten Zuge an in einem sterilen Kolben aufgefangen und sofort an Ort und Stelle Platten gegossen.

Während der Zeit, in der die Milch beim Melken mit der Stallluft in Berührung war, etwa 3 Minuten lang, waren zwei Platten offen aufgestellt worden. (Resultat: 66 resp. 73 Colonien.)

Den Pilzgehalt der Milch in verschiedenen Verdünnungen zeigt die Tabelle B. (Siehe S. 266).

Tabelle B.

Verdünnung der Milch	Pilzzahl auf einer Platte	Pilzgehalt der Milch pro 1 ccm	Mittlerer Pilzgehalt der Milch in 1 ccm	
1:21	a. 15744	330624	325248	Geronnen am vierten Tage bei einer durchschnittlichen Zimmertemperatur von 22° C.
	b. 15232	319872		
1:441	a. 768	338688	332539	
	b. 740	326390		
1:9261	a. 35	324135	221048	
	b. 38	351918		
	c. 31	287091		

Im Vergleich zu Versuch I und II ist ja dies entschieden ein wesentlich günstigeres Resultat, allein, wenn eine so sorgfältige Reinigung wie bei diesem Versuch stattgefunden hat und die Platten in loco gegossen werden, sollte man doch eigentlich eine fast sterile Milch erwarten. Wenn sich diese Zahlen auf 2 l bezögen, so wäre das ganz in der Ordnung, aber in 1 ccm bei diesen Cautelen diese Keimzahl, — war unverständlich!

Herr Professor Dr. Lehmann regte nun den Gedanken an, es könnten ja möglicher Weise in den Ausführungsgängen der Brustdrüse Keime enthalten sein, die den Pilzreichthum der ganz frischen und unter allen Cautelen gewonnenen Milch erklären würden. Abgesehen von Luftinfection haben wir für die Contactinfection die schönste Gelegenheit, nämlich: Das häufige Scheuern der Strichen an den stets mehr oder weniger schmutzigen hinteren Extremitäten bei Bewegungen, das Schlagen des ja nie reinen Schweifes der Thiere an das Euter beim Verscheuchen der Insecten und schliesslich, was wohl am meisten in die Wagschale fällt, die häufige directe Berührung der Milchdrüse mit Koth beim Liegen, wobei das mechanische, förmliche Einreiben einer Anzahl Keime in die ganz freiliegenden Ausführungsgänge bei jeder Bewegung gewiss eine nicht unbedeutende Rolle spielt. Da nun mindestens 6, in der überwiegenden Anzahl der Fälle aber 12 Stunden zwischen je zwei Melkacten liegen, so könnten auch nur einige Hundert eingedrungene Keime in jedem der vier Striche in dieser Zeit bei der Brüttemperatur des Thierkörpers auf dem

günstigen Nährboden, den eine wohl stets zurückbleibende oder nachsickernde geringe Menge Milch bildet, sich sehr wohl zu einer recht bedeutenden Anzahl vermehren. Sie würden dann einfach beim nächsten Melken mit herausgeschwemmt. Unter dieser Voraussetzung ist es von vornherein wahrscheinlich, dass die mit den ersten Strahlen entleerte Milch sehr pilzreich sein würde, um dann gegen Ende des Melkens immer steriler zu werden resp. auf einen geringeren Durchschnittspilzgehalt zu kommen. Um nun eine eventuelle Bestätigung dieser eben auseinandergesetzten Hypothese zu finden, gibt es nun ein Mittel: Bestimmung des Pilzgehaltes der zuerst und der zuletzt entleerten Milch.

Diesen Zweck hatte folgender weitere Versuch: Ich liess nach vorhergegangener energischer Reinigung des Euters und der Hände mit Wasser, nachfolgeuder Abspülung mit Sublimat 1 : 2000 und abermaliger sorgfältiger Nachspülung mit Wasser in ein steriles Kölbchen aus den vier Strichen einer Kuh die ersten ca. 200 ccm Milch melken; dann fand die weitere Entleerung des Euters in einen gewöhnlichen Melkkübel statt und schliesslich wurden wiederum die letzten Strahlen in einem anderen, ebenfalls sterilen Kölbchen aufgefangeu, mit Wattepfropf sorgfältig verschlossen und in's Laboratorium gebracht. Auch nahm ich von der Durchschnittsmilch aus dem Melkgefäss, das natürlich nicht steril war, eine weitere Probe in einem sterilen Kölbchen zur Untersuchung mit. Die Milch wurde in Eis transportirt und waren die Platten nach etwa 3 Stunden gegossen.

Da sich Gelegenheit bot, wurde eine Ziege in genau gleicher Weise auch untersucht.

Das Resultat[1]) dieses Doppelversuches war das auf S. 268 in Tabelle C folgendes.

Der Unterschied zwischen der ersten und letzten Milch ist gewiss frappant.

Etwas weniger elegante, aber immer noch sehr schlagende Resultate ergab der ganz genau ebenso ausgeführte Versuch IV,

1) Es ist zu bemerken, dass die Colonien beider Milchsorten, die sofort nach der Gewinnung in Eis gekommen waren, erst am fünften Tage sichtbar wurden.

der in Tabelle D (siehe S. 269) niedergelegt ist, leider zeigte sich, dass hier mit zu starken Verdünnungen gearbeitet worden war.

Tabelle C.

	Verdünnung der Milch	Pilzzahl auf einer Platte	Pilzgehalt der Milch pro 1 ccm	Mittlerer Pilzgehalt der Milch in 1 ccm
		α) Erste Milch.		
Kuh.	1:9261	a. 7	64827	55566
		b. 5	46305	
		β) Letzte Milch.		
	0,1 ccm unverdünnt. Milch	a.	steril	steril
		b.	steril	steril
		γ) Durchschnittsmilch.		
	0,1 ccm unverdünnt. Milch	a. 207	2070	
		b. verunglückt		
		α^1) Erste Milch.		
Ziege.	1:9261	a. 4	36844	50836
		b. 7	64827	
		β^1) Letzte Milch.		
	0,1 ccm unverdünnt. Milch	a.	steril	steril
		b.	steril	sterll

α und α^1 geronnen am sechsten Tage bei einer durchschnittlichen Zimmertemperatur von 20° C.

Zur Bestätigung und Erweiterung des Gefundenen wurde noch ein sechster Versuch mit im ganzen 24 Platten, diesmal bloss mit Kuhmilch, ausgeführt.

Um auch jedem Skeptiker Genüge zu thun, wurde dieses Mal das Sublimat bei der Reinigung von Euter und Händen ganz weggelassen und kam nur Wasser, aber in ausgiebigster Weise zur Verwendung. Dann wurde wieder wie sonst, allererste und letzte Milch in sterilen Kölbchen aufgefangen und in einem dritten sterilen Kölbchen eine Probe der Durchschnittsmilch, die in einen reinen aber nicht sterilen Melkkübel gemolken worden war. Alles wurde wieder sorgfältig mit Watte verschlossen und in Eis transportiert. Die Platten waren etwa 2½ Stunden nach Entnahme der Milch gegossen.

Das Resultat dieses Versuches rechtfertigte alle Erwartungen wie Tabelle E auf S. 270 zeigt.

Tabelle D.

	Verdünnung der Milch	Pilzzahl auf einer Platte	Pilzgehalt der Milch pro ccm	Mittlerer Pilzgehalt der Milch in 1 ccm
		α) Erste Milch.		
Kuh	1:9261	a. 9 b. 12	83349 111132	97240
		β) Letzte Milch.		
Kuh	9,1 ccm unverdünnt. Milch	a. 52 b. 48	520 480	500
		γ) Durchschnittsmilch.		
Kuh	0,1 ccm unverdünnt. Milch	a. 253 b. 265	2530 2650	2590
		α) Erste Milch.		
Ziege	1:9261	a. 6 b. 11	55566 101871	78718
		β) Letzte Milch.		
Ziege	0,1 ccm unverdünnt. Milch	a. 62 b. 71	629 710	665

Wenn ich nun kurz zusammenfassen darf, was sich aus dem bisher Gesagten ergiebt, so möchte ich zum Punkte „Schmutzgehalt der Würzburger Milch" bemerken:

1. Zum Ruhme Würzburgs sei es gesagt: An Reinheit übertrifft die hiesige Milch mit einem Durchschnitt von etwa 3,0 mg Trockengewicht des Schmutzes pro Liter die von Leipzig (3,8 mg), München (9,0 mg), Berlin (10,3 mg) und Halle (14,92 mg!)

2. Ideal sind indessen auch hier die Verhältnisse noch nicht, indem keine einzige Probe ohne allen Bodensatz nach zweistündigem Stehen gefunden wurde, und wird eine dieser Forderung entsprechende Milch nur erhalten werden können, wenn die peinlichste Sauberkeit in früher bereits angegebener Weise beim

Melken und Transportiren herrscht, und ein (natürlich frisch gewaschenes) Seihtuch an Stelle des Siebes tritt.

3 Der Genuss von kuhwarmer, in's Glas gemolkener Milch ist ausser wegen verschiedener anderer Gründe, auch wegen ihres relativ hohen Schmutzgehaltes (selbst bei grösster Reinlichkeit 10—15 mg frischer Kuhkoth) nicht empfehlenswerth.

Tabelle E.

Verdünnung der Milch	Pilzzahl auf einer Platte	Pilzgehalt der Milch pro ccm	Mittlerer Pilzgehalt in 1 ccm Milch	
	α) Erste Milch.			α) am fünften, β) am sechsten Tage geronnen bei einer durchschnittlichen Zimmertemperatur 24 ° C.
0,1 ccm unverdünnte Milch	a. nicht mit Sicherheit b. zählbar			
1:21	a. 3794	79678	76800	
	b. 3520	73920		
1:441	a. 185	81585	79600	
	b. 176	77616		
1:9261	a. 7	64827	74088	
	b. 9	83349		
	β) Durchschnittsmilch. aus nicht sterilem Melkkübel.			
0,1 ccm unverdünnte Milch	a. nicht mit Sicherheit b. zählbar			
1:21	a. 485	10185	9985	
	b. 466	9786		
1:441	a. 25	10425	9231	
	b. 18	8038		
1:9261 [1]	a. steril		9261	
	b. 2	18522		
	γ) Letzte Milch.			
0,1 ccm unverdünnte Milch	a. und b.	steril	8 Platten steril!	
1:21	a. und b.	steril		
1:441	a. und b.	steril		
1:9261	a. und b.	steril		

Zur Frage des Bacteriengehaltes der Milch glauben wir auf Grund obiger Versuche ganz positiv behaupten zu dürfen:

1) Zu stark verdünnt.

I. Der überraschende Pilzreichthum der Milch ist nicht, wie man bisher meinte, lediglich durch Verunreinigungen allein bedingt, sondern es dringen bestimmt Keime in die Ausführungsgänge des Euters ein, vermehren sich dort bei der Bruttemperatur des Thierkörpers auf zurückgebliebenen kleinen Milchresten als gutem Nährboden während der 6 bis 12 Stunden, die zwischen den einzelnen Melkacten liegen, entsprechend und werden dann mit den nächsten Milchstrahlen mehr oder weniger vollständig herausgeschwemmt. Es ist deshalb die erste das Euter verlassende Milch relativ sehr pilzreich.

II. Dieser Pilzreichthum nimmt bei weiterem Fortschreiten des Melkens allmählich ab und kann unter günstigen Verhältnissen nach einer gewissen Zeit sterile Milch entleert werden. Es braucht dieser Fall jedoch keineswegs immer einzutreten, da nach Versuch IV (Tabelle D) auch die letzte Milch noch ca. 500 Keime pro 1 ccm enthielt.

Das Letztere darf uns auch gar nicht wundern, denn wenn sich überhaupt erst einmal Keime in den Ausführungsgängen befinden, so hängt es ja nur vom Zufall ab, wie schnell und wie vollständig die Pilze entfernt werden, wobei mechanische Momente die Hauptrolle spielen.[1])

1) Seit dem Drucke meiner Dissertation und Herrn Prof. Lehmann's Mittheilung in Leipzig ist von Dr. Michael Cohn und Dr. H. Neumann in Berlin eine lesenswerthe Arbeit »Ueber den Keimgehalt der Frauenmilch« in Virchow's Archiv B. 126 S. 230 erschienen, die auch für die frische Frauenmilch einen Pilzgehalt als normal angibt und denselben analog erklärt, wie wir es gethan; wenn hier genau wie in unseren Versuchen mit fractionirter Milchentnahme vorgegangen worden wäre, so wäre die Uebereinstimmung wohl noch auffallender.

Die Folgen der Wasserentziehung.

Von

Dr. Fr. Nothwang,

Assistenten am hygienischen Institut zu Berlin.

Ueber die hohe Bedeutung des Wassers für den Ablauf aller biologischen Vorgänge herrscht kein Zweifel. Wo immer Leben sich findet, sei es nun bei hoch oder niedrig organisirten Wesen, muss Wasser zur Verfügung stehen. Die Lebensvorgänge laufen normaler Weise sogar innerhalb verhältnismässig enger Grenzen des Wassergehaltes ab. So trifft man bei dem Protoplasma mancher Zellen die kräftigsten Bewegungen nur bei dem sogenannten Optimum des Wassergehaltes. Das Minimum des Gehaltes an Wasser wird zu 60 %, das Maximum des Gehaltes zu 90 % angegeben[1]). Anch bei der Bewegung des Flimmerepithels kennt man den wesentlichen Einfluss des Wassers. —

Für die Pflanzenwelt hat die Erhaltung des Wassergehaltes ebenfalls eine hervorragende Bedeutung. Fast alle Samen, Sporen, Fortpflanzungsorgane niederer Gewächse, manche Flechten und Moose, welche auf sonnverbrannten Felsen staubtrocken werden, ertragen zwar die Austrocknung, indem das Leben latent wird, die Mehrzahl der Pflanzen aber, ja selbst die niedrigststehenden, insbesondere die vegetativen Formen verlangen einen gewissen Wassergehalt. »Die Grenze, bis zu welcher der Wasserverlust getrieben werden kann, ist auch für Stempel, Blätter, Wurzeln, Blüten der Phanerogamen jedenfalls innerhalb weiter Grenzen specifisch verschieden, doch fehlen in dieser Richtung ausgedehnte Untersuchungen«[2]).

1) s. Hermann, Handbuch der Physiologie. Bd. I. S. 360 und 398.

2) s. Pfeffers, Pflanzenphysiologie. Bd. II. S 450.

In noch weit höherem Maasse als bei der Pflanzenwelt ist bei der Thierwelt und insbesondere für den Menschen die Erhaltung eines normalen Wassergehaltes von Belang. Wird dem thierischen Organismus weniger Wasser zugeführt, als er nöthig hat, so sehen wir als erstes Symptom dieser Wasserenthaltung das Gefühl des Durstes auftreten. Kann dieses Durstgefühl nicht gestillt werden, so melden sich bald bedrohliche Symptome an. In seinem Lehrbuch der Physiologie bemerkt darüber Tiedemann folgendes:

»Bei heftigem Durst, wie ihn unglückliche Seefahrer und Reisende in den Sandwüsten erfahren, wird das Gefühl der Trockenheit im Munde und Rachen brennend und schmerzhaft. Die Athmungsbewegungen sind sehr beschleunigt und mit Aechzen und Stöhnen verbunden. Die Stimme wird heiser uud das Sprechen erschwert. Der Puls ist beschleunigt und gereizt. Die Haut ist trocken und brennend heiss. Die Bindehaut der Augen zeigt sich geröthet. Die Muskeln ermatten und alle Bewegungen sind matt und kraftlos. Endlich tritt Irrereden und Raserei ein; es erfolgt der höchste Grad der Entkräftung, zuweilen Brand des Rachens, Ohnmacht und Bewusstlosigkeit. Unter solchen Phänomenen verscheidet der Durstige«[1]).

Mögen auch die von Tiedemann erwähnten Symptome nicht ausschliesslich der Wasserentziehung zuzuschreiben sein, so zeigen sie doch, wie ungleich bedrohlicher die Erscheinungen des Durstes sind, als die des Hungers.

Gelegentlich gewinnt der Wassergehalt der Organe eine pathologische Bedeutung So sehen wir bei Cholera und ausgedehnten Verbrennungen die Concentration der Säfte zur Todesursache werden.

Vermuthlich spielt auch bei den Symptomen des Hitzschlages die Wasserentziehung eine bedeutungsvolle Rolle.

Rubner hat gelegentlich seiner Untersuchungen über die Wasserdampfabgabe auf Grund einiger in der Literatur vorhandener Angaben den Schluss ziehen zu dürfen geglaubt, dass

1) s F. Tiedemann. Physiologie des Menschen. Bd. III. S. 62 u. 63. 1836.

von dem Wasser, das doch der überwiegendste Bestandtheil unseres Körpers ist, verhältnismässig weit weniger entbehrt werden kann, als von andern Bestandtheilen unseres Körpers[1]). So vermag ein Hungernder, ohne Schaden am Körper zu erleiden, geradezu alles Fett aus seinen Fettzellen abzugeben. Er kann den Eiweissgehalt der Zellen des Organismus auf nahezu die Hälfte vermindern, ehe der Tod eintritt, während schätzungsweise ein Verlust von 10% Wasser bereits bedenkliche Erscheinungen im Gefolge hat. Diese Gefahr wiegt um so schwerer als eben die im täglichen Leben gegebenen Bedingungen der Wasserausscheidung recht erhebliche Ansprüche an den Wasservorrath machen.

Während über die durch Nahrungsentziehung bedingten Folgezustände sehr eingehende Studien von den verschiedensten Autoren bekannt geworden sind, dürften die Untersuchungen über die Folgen der Wasserentziehung und des Dursttodes bis jetzt kaum als erschöpfende bezeichnet werden. Es ist nicht näher festgestellt worden, bis zu welchem Grade bei den höheren Thieren, wie beim Menschen das Wasser in den Organen entbehrlich ist. Die Hygiene aber hat gerade an dieser Frage, welche zum Verständniss der Rolle der atmosphärischen Feuchtigkeit und der Nothwendigkeit ihrer Regulirung so ungeheuer wichtig ist, ein lebhaftes Interesse.

Ehe ich mich auf die Lösung dieser Frage näher einlassen will, möchte ich in Kurzem hier einige Angaben aus der Literatur, die sich auf den Dursttod und seine Folgen für den Organismus beziehen, vorher noch anführen.

Dr. Falk und Dr. Scheffer[2]) stellten über den Dursttod an zwei Tauben Versuche an. Von diesen Thieren starb das eine, nachdem sein Körpergewicht von 286,4 auf 159,0 g heruntergegangen war, vom 13. auf den 14. Tag, während das andere,

1) Rubner. Die Beziehungen der atmosphärischen Feuchtigkeit zur Wasserdampfabgabe. Archiv f. Hygiene. 1890. Bd. XI. S. 233 u. 234.

2) Der Stoffwechsel im Körper durstender, durststillender und verdurstender Vögel von Dr. Ph. Falck und Dr Th. Scheffer Marburg 1854. Archiv für physiologische Heilkunde. 13. Jahrgang. S. 68 u. 69.

das bei Beginn 320,4 g wog, am Schluss nur noch ein Gewicht von 169,0 hatte und am 13. Tage verendete. Als Futter erhielten die Thiere Weizen und zwar pro Tag berechnet Nr. I, 5,4 g, Nr. II, 6,2 g.

Weitere Versuche der Art liegen noch von Schuchardt[1]) vor. Derselbe operirte ebenfalls an Tauben. Seine Thiere bekamen lufttrockene Gerste zu fressen. In der Zeit seines Versuches war die Luft mit Wasserdampf gesättigt, wie er bemerkt: »Privationem quidem aquae non possumus nominare totalem, quia eo tempore, quo experimenta haec instituimus, aër multis vaporibis aqueis repletus erat et quia in sicco quoque hordeo semper aliquid inest aquae«.

Seine sechs Versuchsthiere erlagen im Mittel am 10,96. Tage dem Dursttode. Alle Tauben hatten dabei bedeutend abgenommen, so Nr. I, um 142,8 g, Nr. II, 151,7 g, Nr. III, 111,3 g, Nr. IV, 143,0 g, Nr. V, 144,3 g, Nr. VI, 146,2 g.

An Futter hatten die Thiere pro Tag berechnet aufgenommen, Nr. I, 12,1 g, Nr. II, 7,5 g, Nr. III, 10,7 g, Nr. IV, 12,1 g, Nr. V, 9,6 g, Nr. VI, 9,7 g.

Endlich beschäftigt sich mit dieser Frage noch eine Arbeit von Th. Scheffer. Seine Versuche, die er an 2 Tauben anstellte, und deren Resultate, sind zum Theil schon in der vorher erwähnten Arbeit von Dr. Falck und ihm angeführt. Hier will ich nur die Symptome, die er an seinen Tauben beobachtete, berichten.

Er bemerkte an denselben grosse Unruhe und ein Gefühl der Unbehaglichkeit. »Semper vero tanquam signum molestiae, magnam inquietatem et mussitationem continuam columbarum animadvertimus, quae posterior quidem ultimis ante mortem diebus raro tantum audiebatur, immo hoc tempore columbae admodum erant tranquillae, atque postremo die adeo apathicae, ut additis excitamentis externis parum reagerent. Porro observavi-

1) »Quaedam de effectu, quem privatio singularum partium nutrimentorum constituentium exercet in organismum eiusque partes«. Dissert. Marburg. 1847 p. 28 u. 29.

mus, culumbis plumas valde decidisse, il quod cum solutione squamarum in cruribus cohaeret«[1]).

Derselbe stellte auch an Hunden noch Versuche an. Dabei bestimmte er den Wassergehalt der Thiere und fand so bei dem normalen Hund im Mittel für das ganze Thier einen Trockengehalt von 34,325 %, während der Dursthund einen solchen von 38,20% aufwies.

Von auffälligen Erscheinungen, die er an dem durstenden Hunde bemerkte, schreibt er folgendes: »Initio vehementer e vivario erumpere conabantur, corpora férociter agitabant, altissima voce conclamabant et latrabant, sensim vero eorum motus fiebat languidus, fauces obtusae et raucae. Pellis quaę antea fuerat tensa et splendida mox facta est sicca, rugosa, horrida, pili defluebant, in angulis oculorum mucus lentus, purulentus colligabatur«[2]).

Abgesehen von diesen Arbeiten, die die Einwirkung des Dursttodes auf den thierischen Organismus direct klarzulegen suchten, hat noch v. Voit an Choleraleichen Untersuchungen über den Wassergehalt besonders von Musculatur und Nerven angestellt und fand dabei, dass derselbe im Mittel etwa 5 bis 6% geringer war, als in der Norm[3]). — Eine sehr eingehende und verdienstvolle Untersuchung über den Einfluss der Wasserentziehung auf die Zahl der Blutkörperchen beim Frosch hat Gürber ausgeführt, auf deren Resultate ich später nochmals zurückkommen werde[4]).

Die vorher angeführten Versuche von Falck, Scheffer und Schuchardt sind aber keineswegs als genügend und richtig angestellt zu betrachten. Der Hauptfehler dabei war der, dass sie den Thieren die Menge des Futters frei stellten. Die Untersuchungen über Wasserentziehung uuterliegen aber weit grösseren

1) De animalium, aqua iis adempta, nutritioue. Dissertat. inaugur. von Th. Scheffer. Marburg 1852. p. 19 u. 20.

2) S. 33 u. 34.

3) s. Mittheilungen aus der Pfeuffer'schen Klinik. Epidemische Cholera von Prof. Buhl, Zeitschrift für rationelle Medicin. N. F. VI. Bd. f. 1885.

4) A. Gürber. Die Gesammtzahl der Blutkörperschen und ihre Variation, Zahlenwerthe zum Oekus des Frosches. Archiv f. Anatomie und Physiologie. Leipzig 1889. 1. u. 2. Heft. Physiolog. Abtheilung. S. 94 u. 95.

Schwierigkeiten, als jene von Hungerversuchen sind. Bei Durstversuchen pflegen die Thiere sehr bald die spontane Aufnahme von Nahrungsstoffen zu verweigern, wie schon Rubner beobachtet hat und dann gesellt sich zum Durst als complicirende Bedingung der Hunger. Sobald aber durch den Hunger von der Körpersubstanz eingerissen wird, so liegt für eine weitere Eindickung und Concentration der Säfte, wie für eine Entziehung des Wassers aus den Organen kein Grund vor, indem bei dem Einschmelzen von Organmaterial Wasser frei wird. Allerdings liefern nicht alle Bestandtheile des Körpers in gleichem Maasse Wasser. Wenn der Hungernde Fett verbrennt, so steht dem Organismus nur das durch Oxydation zu erzeugende Wasser zur Verfügung. Reichlicher wird das Wasser, wenn die eiweissartigen Substanzen verbrennen, da diese abgehen von dem gleichfalls sich bildenden Oxydationswasser mit erheblichen Quantitäten Wasser zum Organ verbunden sind. Von diesem Wasser nehmen allerdings die zur Ausscheidung gelangenden Zersetzungsproducte einen Theil für sich in Anspruch. Viele Erfahrungen lehren, dass hungernde Thiere nie ein Wasserbedürfnis haben. Zumeist verweigern sie vorgesetztes Wasser. Wenn man sonach die Wasserentziehung bei Thieren erreichen will, muss man eine Zwangsfütterung durchführen und namentlich darauf achten, dass womöglich die eiweissartigen Stoffe vor dem Zerfall durch ausreichende Zufuhr von Eiweiss geschützt werden. Voraussichtlich würde eine sehr trockene und dabei eiweissreiche Kost den Dursttod am raschesten herbeiführen.

Auf Grund dieser gegebenen Erwägungen wurden zu den Versuchen von uns Tauben gewählt, die man leicht einer Zwangsfütterung unterwerfen kann. Als Nahrungsmittel benutzten wir die Erbsen, welche eiweissreich und zugleich trocken sind.

Wir beabsichtigten keinerlei forcirte Versuche über Wasserentziehung anzustellen, sondern strebten danach, dieselben thunlichst den natürlichen Verhältnissen anzupassen.

In erster Linie war festzustellen, ob die Wasserentziehung durch Zufuhr trockener Nahrung überhaupt gelingt. Sodann war klarzulegen, wie gross die Concentration der Organe und Säfte

ist, bei welcher die Tauben erliegen und endlich war bezüglich der Concentration zu erweisen, inwieweit die Zurückhaltung von Zersetzungsproducten an der Eindickung der Säfte und Organe betheiligt ist. Nach dieser Richtung hin geben uns die älteren Versuche keinen Aufschluss.

Wir haben uns hier die Aufgabe gestellt, nur in grossen Zügen und angeregt durch hygienische Gesichtspunkte die Frage zu lösen. Weitere Untersuchungen physiologischen Inhaltes werden noch unendlich viel zu erweiternder Kenntniss beizutragen haben.

Die Möglichkeit des Nachweises der Wasserentziehung bedarf noch einer kurzen Besprechung.

Sie ist durch alleinige Bestimmung des Wassergehaltes normaler und verdursteter Thiere nicht zu erbringen, sondern es muss vor allem auf den Wechsel des Fettgehaltes der Versuchsthiere geachtet werden.

Die Veränderlichkeit des Wassergehaltes eines Thieres wird vorwiegend durch die verschiedene Einlagerung von Fett in den Organen hervorgerufen. Sie kann demnach nicht überall, wo sie uns entgegentritt, als eine Wirkung der Wassereinlagerung oder Wasserentziehung angesehen werden.

Der Modus der Fetteinlagerung in den Fettzellen erscheint morphologisch noch nicht ganz aufgeklärt. Vermuthlich handelt es sich dabei um Ablagerung von Fett innerhalb der Zellen selbst. Das Fett ist frei und vereinigt sich zu grossen Tropfen. Daneben bleibt das Protoplasma mit den Kernen noch erhalten. Das Fett ist gegenüber den übrigen Bestandtheilen der Zelle in ungeheuerem Uebergewicht. In zweiter Linie kann bei der Fetteinlagerung an eine Verdrängung von Flüssigkeit aus den Zellen gedacht werden; doch scheint ein solcher Vorgang unter normalen Verhältnissen nicht einzutreten oder es ist dies wenigstens noch nicht sicher erwiesen. Die quantitativen Verhältnisse eines solchen Verdrängungsvorgangs, wo er bestehen sollte, sind vor allem in Betracht zu ziehen. Bei Hungerthieren sieht man stets das Fettgewebe in seinem Volumen sich reduciren, ohne dass makroskopisch das Gewebe succulenter erscheint. Das Schwinden des Fetts

wird demnach hier weder überhaupt nicht, von einer Einlagerung etwa seröser Flüssigkeit an Stelle von Fett begleitet oder dieser Process ist wenig ausgedehnt zu nennen. Ist diese Annahme richtig, so erklärt sich die Zunahme des Trockengehaltes bei fetten Thieren einzig und allein durch die Einlagerung des wasserfreien Fetts. Ich glaube, dass man viele Thatsachen anführen kann, welche ganz überwiegend für den einfachen Modus der Fetteinlagerung sprechen und welche den hypothetischen Vorgang der Wasserverdrängung vollkommen zurücktreten lassen.

Wenn man nämlich die Analysen verschiedener Beobachter über fetthaltige und fettfreie Organe von Thieren dergestalt der Berechnung unterzieht, dass man von der angegebenen Menge der Substanz das Fett und von der Trockensubstanz gleichfalls das Fett in Abrechnung bringt und die procentischen Werthe bildet, erhält man für fettfreie wie fetthaltige Substanz nahezu die gleichen Werthe des Wassergehaltes, gleichgültig, ob man ein fettreiches oder ein sehr fettarmes Organ der Berechnung unterzogen hat. Würden mit der Einlagerung von Fett erhebliche Quantitäten Wassers ausgetrieben sein; so müsste die fettfreie Trockensubstanz eines fetten Thiertheils trockener sein als sich für die gleichen Grössen bei einem magern Thier ergibt. Dass dies nicht der Fall ist, wurde schon von anderer Seite hervorgehoben.

Bei derartigen Berechnungen muss man aber erwägen, dass, wenn nicht ganz besondere Rücksicht bei der Bestimmung der Trockensubstanz genommen wird, die Analysen des fettreichen Fleisches wegen des schwer entweichenden Wassers immer einen zu hohen Trockengehalt finden lassen.

Nach Analysen von Henneberg, Kern, Wattenberg[1]), welche an nicht gemästeten und hochfetten Hämmeln angestellt wurden, ist das fettfrei gerechnete Fleisch dieser fast gar nicht im Trockengehalt verschieden.

	Wasser	Trockensubstanz
Nichtgemästeter Hammel	79,41	20,59
Hochfetter Hammel	79,02	20,98

1) Journal für Landw. 1878. S. 549 u. 597.

Noch eine zweite Ueberlegung lässt die Berechtigung des Wassergehaltes der fettfreien Substanz erkennen. Das eigentliche Fettgewebe ist im Verhältnis zur Fettmasse sehr gering. Wenn man also auch annehmen wollte, dass die Fettzellen bei Fetteinlagerung Wasser abgeben, so können sie immerhin nur einen Theil davon abgeben, zumal da ja doch die mit Fett erfüllte Zelle ihren Protoplasmaleib beibehält.

Wollte man nur für ein Organ die Veränderung durch die Wasserentziehung feststellen, so würde sich die Aufgabe weit leichter lösen lassen. So wäre z. B. für das Blut, dessen Fettgehalt nach absoluten Werthen nur wenig schwankt, die Variation des Wassergehaltes wenigstens leicht darzulegen, wie man bei Beobachtungen von Verbrennungen und Cholera gesehen hat. Diese Berechnungsweise kann aber zu einem endgültigen Resultate kaum führen, weil ja die Veränderung des Wassergehaltes eines Organs wie die des Blutes nicht auf eine solche aller übrigen schliessen lässt und weil das Endergebnis ganz verschieden ausfällt, je nachdem man den Process des Durstes einfach als eine Wasserentziehung, oder als eine solche mit Zurückhaltung von Zersetzungsproducten anzusehen hat.

Auch die Beobachtungen an Cholerakranken geben nicht stets verwerthbare Resultate, da der Tod nicht immer die Folge der Wasserentziehung sein muss und weil ferner pathologische Erscheinungen gelegentlich sich ausbilden, ehe noch der Wasserverlust zur Todesursache wird. Will man demnach ein Urtheil über die Gesammtmenge des entbehrlichen Wassers gewinnen, so bleibt nichts übrig, als das ganze Thier einer Untersuchung zu unterziehen. Ohne weiteres darf man nicht von einem Organ auf alle schliessen. v. Voit und Chossat haben an Hungerthieren gezeigt, dass die einzelnen Organe bei Nahrungsentziehung sich ungleich verhalten.

Nach diesen einleitenden, für das weitere Verständnis der Arbeit jedoch nöthigen Erörterungen, will ich dazu übergehen, meine Versuche, die ich im hiesigen Laboratorium angestellt habe, um eine dringende Frage insoweit als die hygienischen

Anschauungen einer bestimmteren Basis bedürfen, aufzuklären, zu berichten.

Ueber die Wirkung des Durstes auf den thierischen Organismus habe ich die im Folgenden gegebenen Versuche angestellt.

Als Thiere benutzte ich Tauben aus oben erwähnten Gründen. Als Futter verwendete ich lufttrockene Erbsen mit einem Trockengehalt von 10,08% und einem Stickstoffgehalt von 4,33% in der Trockensubstanz.

Ehe ich meine Experimente begann, stellte ich noch vorher fest, ob die Tauben eine Zwangsfütterung auch gut vertragen würden. Zu diesem Zwecke brachte ich denselben täglich 20 g Erbsen durch Stopfen bei. Ausserdem erhielten sie natürlich genügend Wasser. Es stellte sich dabei heraus, dass die Thiere diese Art der Fütterung ganz gut vertrugen und an Körpergewicht noch zunahmen. Eine irgendwie auffällige Veränderung im Wesen derselben war nicht zu bemerken.

Versuch I (vom 1./VI. — 7./VI. 90).

Hierzu verwendete ich 4 Tauben, wovon 2 (Nr. I und IV) auf Wassercarenz gesetzt wurden, während die beiden anderen die Controlle bildeten. (Nr. II und III).

Das Anfangsgewicht der Tauben mit leerem Kropf war folgendes: Nr. I wog 309,7 g, Nr. IV 320,5 g, Nr. II 333 g, Nr. III 290,0 g.

Am 1./VI. 90 Morgens begann der Versuch. Es erhielten die Versuchs, wie Controllthiere je 30 g Erbsen. Letztere bekamen noch genügend Wasser.

2./VI. 90. An Futter wurden je 25 g Erbsen gereicht, wovon die eine Dursttaube Nr. IV wieder 12 g entleerte.

3./VI. 90. Bei den Versuchsthieren fühlt man noch Erbsen im Kropf. Sie erhalten daher nur 20 g Erbsen, wovon Nr. I im Laufe des Tages wieder 10 g von sich gibt. Beide Thiere zeigen eine auffallende Unruhe, laufen lebhaft im Käfig auf und ab. Die Controlltauben bekommen 25 g Futter.

4./VI. 90. Die Dursttauben haben den Kropf zum Theil noch gefüllt. Nr. IV hatte 10,5 g Erbsen nochmals entleert. Beide zeigen ein lebhaftes Zittern der Flügel und lassen dieselben auffällig herunterhängen. Sie erhalten 20 g Erbsen, die Controllthiere 25 g. Taube I entleert im Laufe des Tags aus ihrem Kropf 13 g Erbsen.

5./VI. 90. Nr. IV macht jetzt einen sehr matten, gedrückten Eindruck, lässt beide Flügel stark hängen und ist ausserdem nicht mehr im Stande, ihr Schwanzende aufrecht zu halten. Ihr Gefieder ist struppig, ihr Kropf noch stark gefüllt und das Schlucken bei ihr erschwert; dieselben Symptome

bietet Nr. I, nur etwas schwächer ausgeprägt. Ihr Kropf ist noch mässig voll. Beide erhalten 20 g Erbsen. Mittag 12 Uhr ist Nr. IV verendet. Sie wog todt 284 g, ohne Federn 240 g. Im Kropf waren noch 44 g Erbsen vorhanden.

6./VI. 90. Taube Nr. I hat 2 g. Erbsen entleert. Ihr Kropf ist stark gefüllt. Sie hat nicht mehr Kraft sich aufrecht zu halten und liegt in Folge dessen platt am Boden mit struppigem Gefieder. In dieser Stellung wird sie am andern Morgen todt gefunden. Sie wog mit Federn 263 g, ohne diese 225 g. Die Erbsen im Kropf betrugen 40,6 g.

Die Controllthiere, die während der ganzen Zeit ganz munter geblieben waren, hatten sich auf dem gleichen Körpergewichtszustand erhalten.

Versuchs- wie Controlltauben wurden sofort analysirt, wie ich weiter unten angeben werde.

Versuch II (vom 11./X.—15./X. 90).

Die Versuchsanordnung war dieselbe wie bei I. Es wurden 2 Tauben auf Wassercarenz gesetzt.

Nr. I wog 320 g. Nr. II 344 g.

Der Versuch begann am

11./X. 90 Morgens. Die Thiere bekommen je 30 g Erbsen.

12./X. 90. An Futter wird dasselbe gereicht wie am 11.

13./X. 90. Nr. I zeigt gegen Mittag ein lebhaftes Zittern der Flügel, Nr. II offenbart eine auffallende Unruhe mit Zittern. Beide lassen dann auch deutlich die Flügel hängen. Sie erhalten 30 g Erbsen

14./X. 90. Bei Nr. I ist der Kropf noch mässig gefüllt, das Schlucken fällt ihr schwer. Nr. II hat den Kropf noch reichlich voll. Die Symptome des vorigen Tags sind bei beiden verstärkt. Beide zeigen ein struppiges Gefieder. Sie erhalten 30 g Erbsen.

15./X. 90 Morgens sind beide Thiere todt.

Nr. I wiegt mit Federn 300 g, ohne solche 270 g, die Erbsen im Kropf betrugen 98,4 g. — Nr. II wiegt mit Federn 284, ohne diese 259. Die Erbsen im Kropf wogen 64,5 g.

Versuch III (vom 11./XII.—23./XII. 90).

Hiezu wurden 6 Tauben verwendet. 2 bildeten die Controlle. Zum Vergleiche wurden 2 Tauben als Hungerthiere nebenbei gehalten und endlich 2 als Durstthiere. Das Anfangsgewicht derselben war folgendes: Controllthier I wog 286,8 g, Nr. II 256,2 g, Durstthier I 385,1, II 330,9, Hungerthier I 360,5 g, II 369,4 g.

In dieser Versuchsreibe wurden Durst-, wie Hungerthiere in Zwangskästen gehalten, in deren Boden Oeffnungen sich fanden, durch die Harn und Koth in untergestellte Schaalen fielen und so gewonnen wurden.

Zu gleicher Zeit liessen wir die Temperatur des Versuchsraumes durch ein selbstthätiges Thermometer registriren und ausserdem bestimmten wir noch die relative Feuchtigkeit vermittelst des Psychrometers von August.

Der Versuch begann am 11./XII. 90 Morgens. Die Dnrstthiere erhalten je 20 g Erbsen, die Hungerthiere nur Wasser. Die mittlere Temperatur betrug 19,7° C, die relative Feuchtigkeit 36 %.

12./XII. 90. Die Fütterung für die Durstthiere ist jeden Tag dieselbe, nämlich 20 g. Beide entleeren reichlichen, geformten Koth von grüngelber Farbe. Die Hungerthiere produciren weniger Koth von mehr wässriger Beschaffenheit und dnnkelgrüner Farbe. Mittlere Temperatnr 19,9° C, relative Feuchtigkeit 36 %.

12./XII. 90. Beide Durstt̃auben entleeren noch ziemlich Harn und Koth, doch von etwas trockener Beschaffenheit, wie Tags zuvor. Die Hungerthiere produciren nur wenig Koth von dunkelgrünschwarzer Farbe. Mittlere Temperatur 18,4° C, relative Feuchtigkeit 45 %.

14./XII. 90. Bei Durstthier Nr. II, das noch etwas Erbsen im Kropf hat, scheint das Schlucken erschwert. Beide zeigen eine lebhafte Unruhe und geberden sich wild im Käfig. Bei der Heransnahme aus dem Zwangskäfig bemerkt man, wie sie die Flügel hängen lassen. Das Gefieder ist struppig. Die Hungerthiere verhalten sich ganz ruhig. Mittlere Temperatur 18,6° C, relative Feuchtigkeit 38 %.

16./XII. 90. Der Kropf der Dursttaube I ist noch mässig voll Nr. II bekommt nur 10 g Erbsen, da ihr Kropf noch halb gefüllt ist. Beide Thiere machen jetzt einen sehr matten, gedrückten Eindruck, lassen die Flügel stark hängen und können sich nur mühsam auf den Beinen halten. Der Koth derselben ist jetzt von fast ganz trockener Beschaffenheit, der der Hungerthiere ganz wässrig nnd grünschwarz. Mittlere Temperatnr 17,5° C, relative Feuchtigkeit 36 %.

16./XII. 90. Nr. I der Dnrsttauben erhält 15 g Erbsen. Im Kropfe sind noch reichlich Erbsen. Das Schlucken ist bei ihr deutlich erschwert. Nr. II hat ebenfalls noch Erbsen im Kropf. Sie bekommt 10 g Futter, das sie nur mühsam verschlucken kann. Letztere ist äusserst matt und schwach, sie liegt mit gesenktem Haupt im Kasten. Die Hungerthiere verhalten sich ganz ruhig und zeigen nichts abnormes. Mittlere Temperatur 17,2° C, relative Feuchtigkeit 37 %.

17./XII. 90. Nr. II der Dnrsttauben findet sich morgens todt im Kasten. Sie wiegt 314,8 g mit Federn, ohne diese 270 g Die Erbsen im Kropf betrugen 71,37 g.

Nr. I erhält nichts mehr an Futter, da ihr Kropf stark gefüllt ist. Sie zeigt beim Herausnehmen aus dem Kasten alle früher schon beobachteten Symptome in ausgebildetem Maasse. Mittlere Temperatur 20,1° C, relative Feuchtigkeit 35 %

18./XII. 90. Nr. I ist morgens ebenfalls gestorben. Sie wog mit Federn 316,2 g, ohne solche 273,5 g. Die Erbsen im Kropf betrugen 54,43 g.

Die Hungerthiere leben noch weiter. Nr. II erliegt dem Hunger am 21./XII. 90 Abends, Nr. I am 23/XII. 90 Morgens.

Beide sind äusserst stark abgemagert, das Fett ist vollständig geschwunden. Im Magen finden sich nur kleine Quarzkörner. Im Darm ist

ein theils gallig, theils grüngelb gefärbter, wenig reichlicher, dünnflüssiger Inhalt. Nr. I wog mit Federn 216,5, obne solcbe 183 g. Nr. II mit Federn 219,8, ohne dieselben 182 g.

Sectionsbefnnd der Dursttauben.

Alle unsere Dursthiere boten bei der Section den gleichen charakteristischen Befund.

Die Muskeln waren noch gut erhalten nnd zeigten eine sehr auffallende dunkelbraunrothe Farbe. Auf den Durchschnitt erschienen sie trocken, mattglänzend. Die den Muskeln anfliegenden Fascien waren stark eingetrocknet, von grauer Farbe und liessen sich nur scbwer abpräpariren. Das Unterhautzellgewebe war nocb fetthaltig, docb trocken. Der Oesophagus war glanzlos und stark ausgetrocknet, ebenso das Innere des Kropfes. Im Magen fanden sich kleine Kieselsteine und Reste von verdauten Erbsen. Die übrigen Organe boten nicbts besonderes. Dieser Sectionsbefund stimmt in vielen Punkten überein mit denjenigen, den Dr. Falck und Scbeffer bei ihren Versuchen fanden. Doch geht aus manchen ihrer Angaben hervor, dass ihre Thiere in sehr hobem Grade Hungerthiere waren. So scbreiben sie z. B. »die Muskeln waren durchwegs atrophiscb, zeigten ein sehr vermindertes Volumen«. Dann an anderer Stelle: »Das Unterhautzellgewebe war sehr trocken, zähe und gänzlicb fettlos«[1]).

Aus vorliegenden Versuchen geht mit grosser Deutlichkeit hervor, dass die Zuführung trockener, oder nahezu trockener Nahrung bei den Tauben binnen kurzer Zeit den Tod und wie wir wohl berechtigt sind, zu sagen, den Dursttod herbeiführt.

Wenn wir die Versuchsthiere zusammen nehmen, so trat bei den Bedingungen der äussern Einflüsse, wie sie bei uns gegeben waren, im Durchschnitt der Tod nach 4,50 Tagen ein, nämlich beim 1. Thier nach 4 Tagen

beim	1.	Thier	nach 4	Tagen
„	2.	„	„ 6	„
„	3.	„	„ 4	„
„	4.	„	„ 4	„
„	5.	„	„ 6	„
„	6.	„	„ 7	„
„	7.	„	„ 2	„[2])
„	8.	„	„ 3	„[2])

1) Der Stoffwechsel im Körper dnrstender, dnrststillender und verdurstender Vögel. S. 71 u. 72.

2) Resultate aus zwei später noch angestellten Versuchen.

Die krankhaften Erscheinungen, wenn wir von der Erschwerung der Nahrungszufuhr ganz absehen, zeigten sich

bei	Thier	I	nach	2	Tagen
„	„	II	„	2	„
„	„	III	„	2	„
„	„	IV	„	2	„
„	„	V	„	3	„
„	„	VI	„	3	„

oder im Mittel nach 2,33 Tagen.

Die Erscheinungen selbst bestanden zunächst in lebhafter Unruhe, später in Störungen der Muskelthätigkeit, Zittern und in Struppigwerden des Gefieders. Bei den Hungerthieren, die wir des Vergleiches halber hielten, konnten wir keinerlei irgendwie besondere Symptome bemerken, wie dies ja auch schon von andern konstatirt wurde. Der Hungertod trat bei dem einen Thier nach $10\frac{1}{2}$, beim andern nach 12 Tagen ein. Es sind also die Durstthiere weit rascher erlegen als die Hungerthiere. Der Durst ist demnach weit gefährlicher als der Hunger. Ja wir dürfen vielleicht vermuthen, dass die Tauben, wenn sie etwas fetter gewesen wären, den Hunger noch länger ausgehalten hätten und dass die Durstthiere noch rascher erlegen wären, wenn nicht doch neben dem Durste der Hunger, der in diesem Falle das Leben verlängerte, eine gewisse Rolle gespielt hätte, worauf wir später zurückkommen.

Die Durstzeiten, die Falck und Scheffer zu $12\frac{1}{2}$ Tagen und Schuchardt zu 11 Tageu fanden, sind also gegenüber den unsrigen über doppelt so gross und eben dadurch verursacht, dass ihre Thiere vor dem Zerfallen der Körpersubstanz durch unzureichende Nahrung nicht geschützt waren.

Eine weitere, noch zu erledigende Frage wäre die, wie gross die Concentration der Gewebe und Säfte war, bei der der Tod eintrat.

Zu diesem Zwecke wurden die Tauben in folgender Weise analysiert.

Von den durch Chloroform getödteten Controllthieren, wie von den Versuchsthieren wurden nach eingetretenem Tode je 2 Proben von den Musculi pectorales weggenommen, gewogen,

dann bei 100° bis zum constanten Gewicht getrocknet und daraus die procentischen Werthe für die Trockensubstanz berechnet. Ferner wurden die ganzen Thiere nach Entfernung der Federn und nachdem Magen und Darm rasch ihres Inhalts entledigt waren, im eisernen Mörser so schnell wie möglich zu Brei gestossen, die Masse gut durchmengt und davon je 2 Proben, wie vorher bei den Muskeln, zur Trockenbestimmung weggenommen, Von der Trockensubstanz der Muskeln, wie der ganzen Organmasse der Thiere wurde dann vermittelst des Soxhlet'schen Fettextractionsapparates das Fett bestimmt und die Substanzen fettfrei berechnet aus Gründen, die wir in der Einleitung erörtert haben.

Die Resultate unserer Analyse sind folgende:

a) Normalthiere.

Nummer der Versuche und Thiere.		Muskel fetthaltig	Organ fetthaltig	Fett d. Trockensubstanz Muskel	Fett d. Trockensubstanz Organ	Muskel fettfrei berechn.	Organ fettfrei berechn.
		in %.	in %.	in %.	in %.	in %.	in %.
Versuch I	II.	26,52	33,77	12,17	27,04	22,87	27,93
	III.	26,94	34,56	11,60	28,92	23,65	28,57
Versuch III	III.	26,62	29,83	9,82	14,33	23,81	26,29
	IV.	25,12	28,40	10,50	12,62	21,85	25,07

b) Durstthiere.

Nummer der Versuche und Thiere.		Muskel fetthaltig	Organ fetthaltig	Fett d. Trockensubstanz Muskel	Fett d. Trockensubstanz Organ	Muskel fettfrei berechn.	Organ fettfrei berechn.
		in %.	in %.	in %.	in %.	in %.	in %.
Versuch I	I.	31,47	34,45	3,72	3,86	30,64	33,71
	IV.	31,92	35,58	4,20	4,56	31,01	33,73
Versuch II	I.	31,76	36,97	13,02	19,11	28,44	33,54
	II.	29,77	34,89	7,63	10,75	27,92	32,82
Versuch III	I.	31,74	36,43	9,26	11,40	29,69	34,37
	II.	30,37	34,07	7,82	7,09	28,52	32,67

c) Hungerthiere.

Nummer der Versuche und Thiere.		Muskel fetthaltig	Organ fetthaltig	Fett d. Trockensubstanz Muskel	Fett d. Trockensubstanz Organ	Muskel fettfrei berechn.	Organ fettfrei berechn.
		in %.	in %.	in %.	in %.	in %.	in %.
Versuch III	I.	20,73	27,45	5,10	4,23	18,73	26,31
	II.	20,43	25,95	6,09	4,72	17,99	24,55

Aus diesen Analyseu ergibt sich mit Deutlichkeit eine Concentration der Gewebe beim Dursttod.

Die fettfreie Trockensubstanz bei den Dursttauben war:

für den Muskel	für die Organmasse
30,64%	33,71%
31,01%	33,73%
28,44%	33,54%
27,92%	32,82%
29,69%	34,37%
28,52%	32,67%

also im Mittel für den Muskel 29,37%, für das Organgemenge 33,47%.

Die normale Zusammensetzung war folgende

für den Muskel	für das Organ
22,87%	27,93%
23,65%	28,57%
23,81%	26,29%
21,85%	25,07%

im Mittel für den Muskel 23,04%, für das Organ 26,96%.

Es ist demnach die Eindickung der Organe fast durchweg die gleiche. Die Thiere starben, sobald der Trockengehalt der Organmasse auf 33,47% gestiegen und das Wasser auf 66,53% heruntergegangen war.

Die Muskeln zeigen immer eine Trockensubstanz, die um eine nahezu gleiche Grösse geringer ist, als diejenige der Organe. Daraus darf man aber nicht den Schluss ziehen, dass die Muskeln eine geringere Concentration ertragen, also auch das Wasser kräftiger zurückhalten als die Organe. Der Unterschied rührt eben daher, dass die Organmasse weil sie das Knochensystem mitenthält, wegen des grossen Kalk- und Salzgehalts immer mehr Trockensubstanz haben muss als die Muskeln. Die Salze liegen in Knochen ungelöst und sind an sich in Wasser unlösliche Verbindungen. Wir können also namentlich die Muskeln als mittlern Ausdruck für die Grösse der zulässigen Concentration betrachten. Ueber den Aschegehalt besonders der Muskeln der Thiere von Versuch III gibt folgende Tabelle Aufschluss.

Nummer der Versuche und Thiere.		Muskelasche (frischer Muskel).	(fettfrei u. trock.)	Organasche (fettfrei und trocken).
Versuch III.				
Normalthiere	I.	1,52%	6,38%	
	II.	1,29%	5,90%	
Durstthiere	I.	1,83%	6,16%	16,26%
	II.	1,77%	6,21%	16,33%
Hungerthiere	I.	0,87%	4,64%	
	II.	0,95%	5,28%	

Aus dieser Tabelle kann man ersehen, dass der Aschegehalt der Durstthierorgane über doppelt so gross ist, als derjenige der Muskel. Rechnet man beim Muskel, wie beim Organ auf aschefreie und fettfreie Substanz, so erhält man für den ersten 27,7% Trockengehalt, für letzteres 29,5%. Es besitzt also auch noch nach Abrechnung der Asche das Organgemisch eine etwas höhere Trockensubstanz. Der Unterschied ist aber nicht mehr erheblich.

Es bliebe uns jetzt noch übrig darzulegen, wie viel von dem im Körper vorhandenen Wasser abgegeben werden kann, bis der Tod eintritt. Diese Sache aber auf Grund vorliegender Analysen zu entscheiden ist nicht so einfach. Der Dursttod ist sicherlich nicht allein durch Wasserentziehung herbeigeführt, sondern er ist gewiss mit beschleunigt worden durch Zurückhaltung von Zersetzungsproducten, die normaliter mit den Excreten nach aussen befördert werden. Ohne diese Verhältnisse aber erst genauer studirt zu haben, bleibt jede Berechnung des Wasserverlustes nur eine ungefähre Schätzung. Da nach dieser Richtung hin Untersuchungen nicht vorliegen, so veranlasste mich Professor Rubner noch einige Analysen über die Zusammensetzung der Durstthiere durchzuführen.

Der Sachlage nach kommt in Betracht, in wie weit die Menge der in Wasser löslichen Stoffe bei einem Durstthier dem Normalthier gegenüber vermehrt ist. Des physiologischen Interesses halber haben wir auch noch die Hungerthiere in den Kreis

unserer Betrachtungen gezogen. Das Verfahren bei diesen Extractivbestimmungen war folgendes.

Von der gut durchmengten, frischen Organmasse der Thiere wurden je 2 Proben jedesmal zu 50 g weggenommen und jede mit 100 ccm destillirten Wassers übergossen. Diese Massen rührte ich mit dem Glasstab tüchtig durch und liess sie $^1/_2$ bis 1 Stunde stehen. Hierauf goss ich die Flüssigkeit durch ein Colirtuch ab und presste die Organmasse tüchtig aus. Dann wurde sie von neuem wieder mit Wasser übergossen und nach einiger Zeit ausgepresst. Diese Procedur wiederholte ich solange und so oft, bis die schliesslich ausgepresste Flüssigkeit die Reactionen auf Phosphorsäure und Chlor nicht mehr gab. Die gewonnenen Extractflüssigkeiten wurden jetzt in einer Porzellanschaale unter Zusatz einiger Tropfen Essigsäure erhitzt, um das Eiweiss auszufällen. Hatte sich letzteres in grossen Flocken am Boden abgesetzt, so bestimmten wir das Volumen der Flüssigkeit und filtrirten danach das Eiweiss ab. Von dem so erhaltenen, wasserklaren, etwas gelblich gefärbten Filtrat wurden je nach der Menge des Ganzen 200—400 ccm auf dem Wasserbad eingedampft und das eingedampfte Extract im Trockenschrank bei 100° getrocknet. Den Trockenrückstand berechnete ich auf 100 Theile frischer und 100 Theile trockener, fettfreier Substanz.

Ausser den Extractivstoffen eruirten wir auch den Chlor- und P_2O_5-Gehalt in der Extractflüssigkeit, sowie den Stickstoff in der Extracttrockensubstanz.

Bei der Chlorbestimmung verfuhren wir so, wie es Neubauer[1]) für den Harn angegeben hat, dass wir von der Extractflüssigkeit 100 ccm zur Trocknen eindampften, dann mit kohlensaurem Natron und Salpeter den Rückstand veraschten. Die erhaltene Schmelze wurde in Wasser gelöst und mit einem Tropfen Salpetersäure angesäuert. Diese Lösung titrirte ich nach Mohr unter Zusatz von etwas kohlensaurem Kalk und einigen Tropfen einfach chromsauren Kalis mit einer Lösung von salpetersaurem Silber, von der 1 ccm 10,47 mmg Cl Na entsprach.

1) S. Hoppe-Seyler, Handbuch der physiol. und patholog. chem Analyse. S. 307.

Zur P_2O_5-Bestimmung verwendeten wir 200 ccm der Extractflüssigkeit und bestimmten darin die Phosphorsäure in der Weise, wie sie Hoppe-Seiler angibt[1]). 1 ccm unserer Uranlösung war 0,00501 P_2O_5 gleichzusetzen.

Die Stickstoffbestimmung des Extracttrockenrückstandes führte ich nach der Kjeldahl'schen Methode aus.

Ueber die in solcher Weise gemachten Analysen gibt folgende Tabelle Aufschluss.

Nummer der Versuche und Thiere		Extractivstoffe in 100 T. frisch. Subst.	Extractivstoffe in 100 T. trock. fettfr.	Mittel aus dem Extraktd. fettfreien Trocken-Substanz	Gehalt des Extractes von 100 T. fettfreier Trockensubstanz an ClNa.	an P_2O_5.	Mittel ClNa.	Mittel P_2O_5.	N im trock. Extract.
Versuch III.									
Normalthiere	I.	3,93	15,67	15,90	1,0298	1,0765	1,0468	1,0275	9,21[2])
	II.	4,24	16,12		1,0637	0,9784			
Durstthiere	I.	5,92	17,30	17,22	1,1541	1,1487	1,0809	1,1580	11,69
	II.	5,60	17,13		1,0142	1,1673			11,52
Hungerthiere	I.	3,28	12,47	13,32	1,4910	1,0633	1,4834	0,9426	10,68
	II.	3,48	14,16		1,4762	0,8218			11,02

Diese Analysen zeigen uns mit Sicherheit, dass ein Durstthier nicht nur in 100 Theilen frischer Substanz mehr an Extraktivstoffen enthält als ein Normalthier, sondern auch in der fettfreien Trockensubstanz. Die Hungerthiere besitzen weit weniger an Extraktivstoffen als die Normalthiere. Die weitere Betrachtung der Zusammensetzung der Extrakte zeigt uns, dass die Art der N-haltigen Stoffe bei den Durstthieren, wie Hungerthieren wesentlich verschieden ist von der der Normalthiere. Es enthalten nämlich

100 T. trockenen Extrakts der Durstthiere 11,6 N im Mittel
und der Hungerthiere 10,85 „ „
während die Normalthiere nur 9,21 „ „

1) s. S. 287—288.

2) Von einer anderen Taube, da die Trockenrückstände der Extrakte der Normalthiere I und II ohne mein Verschulden für die N-Bestimmung leider verloren gingen.

enthalten. Die Dursthiere haben also ein etwas N-reicheres Extrakt als die Normalthiere, was vielleicht auf die Auslaugung von Harnsäure zurückgeführt werden könnte.

Eigenthümlich ist das Verhalten des Kochsalzes und des P_2O_5. Das Dursthier enthält in seinem Extrakt nur ein minimales Mehr an Kochsalz als das Normalthier, das Hungerthier aber am meisten. Man müsste sich dies durch ein gewisses Ueberwiegen der Säftemasse gegenüber der Organmasse zu erklären haben. Erstere sind reich an Kochsalz, letztere arm an Chlor. Damit steht in der That in Einklang die Betrachtung des P_2O_5-Gehalts. Das Dursthier liefert etwas mehr an P_2O_5 als das Normalthier, das Hungerthier aber sehr wenig. Auch der Trockengehalt des fettfreien Organs und der Muskeln zeigt für das Hungerthier den kleinsten, für das Normalthier einen mittleren und für die Dursttauben den höchsten Werth, was gleichfalls durch eine Aenderung in der Relation zwischen Säften und Organmasse erklärt werden könnte.

Mit diesen meinen Beobachtungen scheinen die Ergebnisse der Arbeit Gürber's gut übereinzustimmen. Derselbe fand bei Fröschen, die er in ganz trockenen Behältern hielt, dass, während die Zahl der Blutkörperchen in der Volumeneinheit zunimmt, die Gesammtmenge derselben mit der Trockenheit abnimmt. »Es rührt dies«, wie er sagt, »von einer Eindickung her, denn die Blutmenge nimmt noch viel rascher ab als die Gesammtzahl. Man kann sich also den Vorgang so denken. Die Trockenheit bewirkt durch Verdunstung eine Wasserabgabe der Gewebe, an der das Blut direkt, wie indirekt betheiligt ist. Die Folge davon ist eine Conzentration des Blutes und es steigt die Menge der Blutkörperchen in der Volumeneinheit. Die Conzentration wirkt aber auch verändernd auf das Plasma ein, dessen Salzgehalt vor allem sich vermehrt [1]«.

Um eine bestimmte Anschauung zu gewinnen, habe ich die im Körper von Dursttauben zurückgehaltene Harnsäure in mehreren Fällen noch quantitativ bestimmt.

1) s. S. 277, Anmerkung 3.

Zu diesen Analysen verwandte ich je 50 g der Organmasse der Thiere. Diese wurden mit heissem Wasser unter Zusatz einiger Tropfen Essigsäure ausgekocht, bis alles Eiweiss ausgefällt war und danach filtrirte ich das coagulirte Eiweiss ab. Das klare, etwas gelbliche Filtrat engte ich auf etwa 200 ccm ein. Daraus fällte ich nach der Methode von Salkowsky und E. Ludwig die Harnsäure mit einem Gemisch von ammoniakalischer Silberlösung und Magnesiumchlorid aus[1]). Den beim Mischen beider Reagentien entstehenden Niederschlag von Magnesiahydrat löste ich durch Hinzufügen einiger Tropfen Salmiak wieder auf. Sobald durch weiteres Hinzufügen obiger Mischung kein Niederschlag mehr von Harnsäuremagnesiasilber sich bildete, liess ich denselben längere Zeit absetzen. Danach brachte ich den Niederschlag auf's Filter und wusch einige Male mit ammoniakhaltigem Wasser nach. Jetzt spülte ich den Niederschlag wieder herunter, zurück in's selbe Becherglas, zerlegte ihn durch Einleiten von Schwefelwasserstoff und dampfte dann in essigsaurer Lösung die Menge etwas stärker ein. Die auf ein kleines Volumen eingeengte Flüssigkeit machte ich mit etwas Natronlauge alkalisch, filtrirte das Schwefelsilber rasch ab und wusch mehrmals mit heissem Wasser nach. Das Filtrat fiel in eine Schaale mit etwas Essigsäure. Das essigsaure Filtrat dampfte ich auf dem Wasserbade fast zur Trockene ein und liess die Harnsäure dann auskrystallisiren. Letztere wurde auf ein gewogenes Filter gebracht und dasselbe mit Alkohol ausgewaschen. Das Filter trocknete ich bei 110° bis zum konstanten Gewicht[2]).

Die Analysen ergaben folgende Resultate:

Thier I	in 50	Theilen frischer Substanz	0,0263	oder	0,0526%,
Thier II	„ 50	„ „ „	0,0217	„	0,0434%,
Thier III	„ 50	„ „ „	0,0234	„	0,0468%.

1) s. Zeitschrift f. analytische Chemie. Bd. XXIV. S. 638.

2) Im Wesentlichen nach den Angaben von W. v. Schröder. S. Beiträge zur Physiologie. Carl Ludwig gewidmet von seinen Schülern zu seinem siebzigsten Geburtstage. S. 93 u. 94.

Die Zurückhaltung von Harnsäure war also keine sehr erhebliche. v. Schröder fand in der Leber von Vögeln als Mittel von 4 Bestimmungen 0,069 %.

Allerdings ist dieses Organ immer reicher an Harnsäure als das Organgemische des gesammten Thiers.

Nachdem wir durch obige Analysen bewiesen haben, dass eine Zurückhaltung von Zersetzungsprodukten und damit eine Anspeicherung von fester Substanz in der That zu beobachten ist, wollen wir zur Berechnung des Wasserverlustes übergehen.

Zunächst hat man zu bestimmen, wie gross der Wasservorrath der Taube bei Beginn des Versuchs war.

Zu diesem Zwecke berechnet man sich aus dem Gewicht des Thiers ohne Federn und Füsse am Ende des Versuchs die fettfreie Trockensubstanz. Da nun aber eine Dursttaube mehr an Extrakt hat als eine Normaltaube, so muss dieses Mehr von Extrakt von dieser fettfreien Trockensubstanz noch abgezählt werden. Die daraus resultirende Differenz wird multiplizirt mit der Zahl, die ausdrückt, wie viel Wasser mit 1 Theil der Trockensubstanz vom Normalthier verbunden zu sein pflegt. Dieses Produkt entspricht dem normalen Wassergehalt des Thiers. Dadurch, dass man vom Endgewicht des Thiers die fetthaltige Trockensubstanz abzählt, erhält man das Wasser des Thiers bei Ende des Versuchs. Die Differenz aus dem Wasservorrath bei Beginn und bei Schluss ergibt den Wasserverlust.

An einem Beispiel will ich kurz den Gang der Rechnung erläutern:

Nehmen wir Taube IV von Versuch I.

Das Endgewicht derselben betrug ohne Federn und Füsse 196 g. Die fetthaltige Trockensubstanz ergibt 34,45 %; folglich sind in 196 g. 1,96 . 34,45 = 67,52 g trockene Substanz.

In der Trockensubstanz sind aber 3,86 % Fett enthalten also in 67,52 g. 0,6752 . 3,86 = 2,61 g Fett.

Die fettfreie Trockensubstanz ist daher 67,52—2,61 = 64,91 g.

In 100 Theilen fettfreier Trockensubstanz der Durstthiere sind ferner 1,8 Theile mehr an Extrakt als bei Normalthieren.

Daher in 64,91 0,6491 . 1,8 = 1,17 g mehr.

64,91—1,17 = 63,74 g.

Da nun 1 Theil fettfreier Trockensubstanz beim Normalthier 2,67 Theilen Wasser entspricht, so ergibt

63,74 . 2,67 = 170,19 g.

170,19 ist demnach der Wasservorrath bei Beginn.

196—67,52 = 128,48 ist der Wasservorrath bei Schluss.

Also betrug der Wasserverlust 170,19—128,48 = 41,71 g oder 170,19 : 41,71 = 100 : x

$$x = \frac{4171}{170,19} = 24,5\ \%.$$

Die übrigen Berechnungen geben folgende, prozentische Werthe.

Versuch I	IV.	24,5 %
	I.	24,61 %
Versuch II	I.	19,56 %
	II.	20,25 %
Versuch III	I.	24,88 %
	II.	20,55 %
Versuch vom 11./V. 91		21,7 % [1])
Versuch vom 27./V. 91		21,8 % [1])
im Mittel 22,22 %.		

Es waren also unsere Tauben dem Durste bei einem Wasserverlust von 22,22 % erlegen. Bedrohliche und krankhafte Symptome traten schon in der Hälfte der Durstzeit ein. Wenn wir einen gleichheitlichen Verlust an Wasser während des Durstexperimentes vorraussetzen dürfen, so würde ein Verlust von rund 11 % bereits die Grenze bezeichnen, über die hinaus das Leben schon gefährdet wird.

Wir müssen es als eine offene Frage lassen, ob nicht vielleicht unter andern Verhältnissen die Eintrocknung bei geringerem Wasserverlust möglich ist. Es liesse sich ja daran denken, dass z. B. unter gewissen Bedingungen bei reichlicher Nahrungszufuhr

1) Versuche, die wir später noch anstellten und die am Schlusse der Arbeit noch mitgetheilt werden.

oder in gewissen Verdauungsperioden die Anlagerung von Eiweiss oder das Entstehen von Glycogen zu rascher Wasserverbindung Anlass gibt.

Nach dieser Richtung hin haben wir natürlich Minimalwerthe und keine Maximalwerthe erhalten.

Ich möchte endlich noch auf einen Punkt zurückkommen, auf den ich oben schon hingewiesen habe, nämlich darauf, ob unsere Thiere sich namentlich in den letzten Tagen wegen der Abnahme der Resorption nicht zum Theil im Zustande der Inanition befanden. Dieser Sache sind wir in der Versuchsreihe III näher getreten, nachdem schon in den andern Reihen das rasche Sinken des Körpergewichts, das nicht ausschliesslich auf die Wasserentziehung bezogen werden konnte, darauf hingewiesen hatte.

Zu diesem Behufe habe ich einerseits bestimmt, wie viel von den Erbsen die Tauben verdaut haben, ferner ermittelte ich den N-stoff in den Ausscheidungen während der Durstzeit und endlich noch den letzteren in der Trockensubstanz der Organmasse.

Ich erhielt dabei folgende Werthe:

Bezeichnung der Thiere		N in trockenem Koth in %	N i. d. trock. Organ in %	Erbsen (trocken berechnet) erhalt. in g	i. Kropf in g	Verdaute Erbsen g
Durstthiere	I.	15,03	12,24	94,31	32,15	62,16
	II.	13,96	12,19	85,33	42,89	42,44
Hungerthiere	I.	20,08 [26,3][1])	12,71	—	—	—
	II.	16,58 [27,23][1])	12,20	—	—	—

Rubner hat bei Hungerthieren zuerst ermittelt; in wie weit das Organeiweiss des Körpers eingeschmolzen wird.

Er hat die N-Ausscheidung von Kaninchen während der ganzen Hungerzeit genau bestimmt und ebenso den N-Gehalt der Organmasse der Thiere. Die Addition beider Werthe ergab sonach den Eiweiss- respective N-Gehalt der Thiere zu Beginn

1) Die Zahlen in Klammern bedeuten den N in der zweiten Periode der Hungerzeit.

der Hungerzeit. Daraus lässt sich dann der procentische Verlust an N berechnen.

Indem ich den gleichen Weg betrat, fand ich folgendes bei meinen Hungertauben:

No. I schied in der 1. Periode der Carenzzeit 8,67 g trockenen Koth mit 20,08 % N und in der 2. 12,65 g mit 26,3% N; es hatte das Thier also 5,0678 g N bis zum Tode abgegeben. In den Organen waren noch vorhanden 6,3834 g N. Demnach betrug der N bei Beginn des Versuchs im Thier 11,4512. Es hat das Thier daher in % ausgedrückt verloren:

$$11,4512 : 6,3834 = 100 : x \text{ oder } x = \frac{638,34}{11,4512} = \mathbf{44,26}\ \%\ \text{N}$$

No. II producirte in der ersten Hälfte der Hungerzeit 4,47 g trockenen Koth mit 16,58% N, in der zweiten 10,88 g mit 27,23%; im Ganzen also 3,7037 g N.

In den Organen fanden sich 5,7808 g. Der Anfangsstickstoffgehalt betrug demnach 9,4823.

Das Thier hatte an N verloren.

$$9,4823 : 3,7037 = 100 : x, \text{ oder } x = \frac{370,37}{9,4823} = \mathbf{39,06}\ \%\ \text{N}$$

Betrachten wir dagegen unsere Durstthiere, so finden wir folgendes:

No. I schied 27,17 g trockenen Koth aus mit 15,03 % N, gab also mit demselben 4,0836 g N ab. Aufgenommen hatte sie aber 62,16 g Erbsen (trocken berechnet) mit 4,33% N, d. h. 2,6915 N. Demnach betrug der Verlust vom Körper 1,3894 g. Der Stickstoffgehalt der Organe war 9,7867 g, daher der ursprüngliche Gehalt an N 11,1581.

Der procentische Stickstoffverlust betrug

$$x = \frac{138,94}{11,1581} = 12,45\%\ \text{N}.$$

No. II producirte 17,7 gr trockenen Koth mit 13,96% N.

Der N darin betrug demnach 2,4709 g. An Erbsen nahm sie 42,44 g mit 4,33% N auf, d. h. 1,8376 g N. Sie hatte daher 0,6333 g N vom Körper verloren.

In den Organen waren 8,2489 g N noch vorhanden. Der N bei Beginn betrug demnach 8,8822 g.

Der procentische Verlust an N war bei ihr

$$x = \frac{63,33}{8,8822} = 7,13\% \text{ N.}$$

Es zeigt sich aus obigem, dass die Thiere während der Durstzeit sich nicht auf ihrem Eiweissbestand erhalten haben, sondern davon und vermuthlich auch Fett, wie spätere Versuche noch näher erweisen werden, eingebüsst haben. Gerade das Einreissen von Körpersubstanz ist aber im Stande, durch Freimachen von Wasser die Durstzeit zu verlängern. Würde es also möglich gewesen sein oder besser gesagt, überhaupt möglich sein, jeden Stoffzerfall zu verhüten, so würde die Durstzeit eine vielleicht nicht unerheblich kürzere werden können. Ferner ist noch zu erwägen, ob nicht die Harnsäure bildenden und ausscheidenden Thiere resistenter gegen den Durst sind, als die Harnstoff bildenden. Die im Harn der Säugethiere vorkommenden Verbindungen beanspruchen reichlich Wasser zur Ausscheidung, entziehen also weiter mehr Wasser als die in Wasser fast unlösliche Harnsäure. Die Bedingungen für das Zustandekommen des Durst- wie Hungertodes sind eben äusserst verschieden. Die Gesetze für die Wasserdampfausscheidung und den Stoffzerfall decken sich nicht. Die Intensität der Stoffzersetzung, welche die Widerstandskraft gegen den Hunger bestimmt, hängt wesentlich von der Temperatur ab, bei welcher sich die Thiere befinden. Innerhalb gewisser Grenzen nimmt die Stoffzersetzung (Wärmebildung) mit der Lufttemperaturzunahme ab. Die Wasserdampfabgabe aber steigt im Allgemeinen von der mittleren Temperatur ausgehend mit der Höhe der Temperatur und schliesslich in einem sehr raschen Verhältnis. Die aufsteigende Temperatur verlängert die Hungerzeit und verkürzt die Durstzeit. Sonach muss also das Verhältnis beider Zeiten bei verschiedenen Temperaturen ein verschiedenes sein.

Bei unserm Verfahren, wo wir mittlere Temperatur und Luftfeuchtigkeit wählten, waren wir sicherlich weit entfernt von extremen Verhältnissen, wie sie z. B. in den Tropen herrschen.

Nachdem wir durch die im Vorigen genauer beschriebene Rechnung den procentischen Wasserverlust der Thiere bestimmt hatten, habe ich es schliesslich noch unternommen, das vom Thiere abgegebene Wasser direct zu bestimmen, um damit eine weitere Controlle zu erreichen.

Ich stellte deshalb folgende zwei Versuche noch an.

Wir liessen uns aus Holz ein Gestell derart anfertigen, dass wir zwischen 4 auf einer Platte ruhenden Pfeilern die Versuchsthiere in einer Art aus Leinen gefertigten Hose frei aufhängen konnten. Das Gestell selbst übergoss ich mit heissem Oel, um alle Luft daraus zu entfernen. Unter das Thier wurde eine Schale gesetzt, um Harn und Koth jeden Tag gesondert aufzufangen. Diesen ganzen Apparat, dessen Gewicht mit und ohne Thier immer sorgfältigst controllirt wurde, brachten wir in das von Professor Rubner angegebene Kalorimeter und bestimmten einmal den Wasserdampf und dann auch die Kohlensäure, die das Thier ausathmete. Die Versuche selbst dauerten je 22 Stunden. 2 Stunden waren erforderlich die Wiegung der Wasserkölbchen zu machen und den Apparat für den nächsten Versuch wieder in Stand zu setzen. Nach Ablauf jedes Versuchstags wurde das Thier sammt dem Apparate herausgenommen und durch Wiegung die unter Oel befindliche Menge Koths ermittelt. Durch Ausschütteln mit Aether befreite ich denselben von Oel, trocknete ihn bis zum constanten Gewicht und bestimmte in der Trockensubstanz den N. Durch das Ausschütteln mit Aether entsteht gar kein Verlust »von N«, oder doch nur ein so geringer, dass er nicht in Rechnung gezogen zu werden braucht, wie ich mich durch directe N-bestimmungen überzeugte.

Vor Beginn des Versuchs wurde das Thier immer einen Tag auf Carenz gesetzt, um Kropf und Darm leer zu bekommen, da die sonst erhaltenen Resultate alle fehlerhaft ausfallen würden. Die Menge des Wasserdampfes und der Kohlensäure wurde auf 24 Stunden berechnet. So ermittelten wir bis zum Tode des Thiers das Wasser, die Kohlensäure und dem N. in Harn und Koth Tag für Tag.

Von den Erbsen, die wir als Futter benutzten, verbrannten wir im Verbrennungsofen eine gewogene getrocknete Menge und bestimmten das daraus entstehende Wasser und den Kohlenstoff. Genau so verfuhren wir auch mit dem Koth.

Diese Verbrennungsanalysen ergeben folgende, für den weitern Gang der Versuche und deren Verständnis nötige Resultate.

	100 Theile trockener Erbsen liefern verbrannt:		100 Theile trockenen Koths liefern verbrannt:	
	H_2O	C	H_2O	C
	55,05	43,3	48,98	42,16
	53,74	43,4	46,31	41,38
im Mittel:	54,40	43,35	47,65	41,77

Versuch v. 11./V.—13./V. 91.

An Nahrung erhielten die Tauben Erbsen mit 82,24 Trockengehalt und 4% N in der Trockensubstanz. Die Temperatur des Versuchsraumes schwankte zwischen 21—22° C.

Nach 2 Tagen war das Thier dem Durste erlegen.

Der ganze Gang des Stoffwechsels während des Versuchs erhellt aus folgenden Tabellen.

Futtererbsen (trocken berechnet)	Erbsen im Kropf (trocken berechnet)	Verdaute Erbsen	N (in den verdauten Erbsen)	C (in den verdauten Erbsen)	H_2O (in den verdauten Erbsen)
gr	gr	gr	gr	gr	gr
41,12	33,20	7,92	0,3168	3,4333	1,51

Zeit.	Wasserdampf	CO_2	Koth frisch	Koth trock.	H_2O i. Koth	N in Koth absolut	N in Koth in %
	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	
1. Tag	19,45	17,91	14,02	3,44	10,58	0,3829	11,12
1. „	23,55	12,53	6,96	1,62	5,34	0,3373	20,82
Summa	43,00	30,44	20,98	5,06	15,92	0,7202	

Die verdauten Erbsen liefern durch Verbrennung 4,3085 g H_2O, der Koth 2,4111 g H_2O, und 2,1136 g C.

Aus diesen Zahlen ergibt sich das vom Körper abgegebene Wasser folgendermassen:

	N	C	H_2O
Durch den Koth wurde ausgeschieden:	0,7202 g	2,1136 g	15,92 g
Durch die Respiration:	0	8,3020 g	43,00 g
also im Ganzen:	0,7202 g	10,4156 g	58,92 g
In der Nahrung wurden aufgenommen:	0,3168 g	3,4333 g	1,51 g
folglich gab das Thier vom Körper ab:	0,4034 g	6,9823 g	57,41 g

Bezüglich des abgegebenen Wassers ist zu bemerken, dass ein Theil desselben erst dadurch entstanden ist, dass Körpersubstanz eingerissen und zu Wasser verbrannt wurde. Es ist daher dieses sogenannte Oxydationswasser noch in Abrechnung zu bringen.

Zur Berechnung des Oxydationswassers betraten wir folgenden Weg. Aus unsern frühern Versuchen (No. III.), in denen wir den Stickstoffgehalt der Dursttauben in den Organen bestimmten, berechnete ich, dass einem Theil N 22,13 Theile Wasser entsprechen. Es liefern daher 0,4034 g N, die das Thier abgegeben hat, 8,9272 g Wasser durch Oxydation. Da ferner 100 Theile Fett verbrannt 103 Theile Wasser liefern, so entsprechen 6,9823 g C, die gleich 9,077 g Fett zu setzen sind, 9,3493 g Wasser. Endlich liefern die verdauten Erbsen verbrannt 4,3085 g H_2O, der Koth aber nur 2,4111 g.

Rechnet man diese Wasserantheile zusammen, so erhalten wir im Ganzen 20,18 g Oxydationswasser.

Demnach hat das Thier aus seinen Geweben als freiverfügbares Wasser 57,41—20,18 = 37,23 g abgegeben.

Da der Anfangsgehalt an Wasser im Thier 167,57 g betrug, so berechnet sich der Wasserverlust zu 22,5%.
Unsere Berechnung, wie früher ergab 21,7%.

Die Analyse des Thieres lieferte 36,5% fetthaltige und 32,7% fettfreie Substanz. Der Fettgehalt der Trockensubstanz betrug 12,62%.

Das Anfangsgewicht der Taube betrug 282 g, das Endgewicht mit Federn 230 g, ohne Federn und Füsse 192,2 g.

Versuch v. 27./V.—30./V. 91.

Die Versuchsanordnung war die gleiche wie vorher. Dieses Thier erlag nach 3 Tagen.

Der Gang des Stoffwechsels erhellt aus nachfolgenden Tabellen.

Futtererbsen (trocken berechnet)	Erbsen im Kropf	Verdaute Erbsen	N (in den verdauten Erbsen)	C	H_2O
gr	gr	gr	gr	gr	gr
32,90	22,78	10,12	0,4048	4,3870	2,18

Zeit.	Wasserdampf	CO_2	Koth frisch	Koth trock.	H_2O i. Koth	N in Koth absolut	N in Koth in %.
	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	
1. Tag	21,90	17,20	8,89	2,68	6,21	0,3063	11,43
2. „	12,23	16,40	8,72	2,07	6,65	0,2881	13,92
3. „	7,50	8,14	7,60	1,80	5,80	0,3506	19,81
Summa	41,63	41,74	25,21	6,55	18,66	0,951	

Durch Verbrennung liefern die verdauten Erbsen 5,0553 g Wasser, der Koth nur 3,1211 g H_2O und 2,7359 g C.

Das Thier hat demnach	N	C	H_2O
durch den Koth ausgeschieden	0,9510 g	2,7359 g	18,66 g
durch die Respiration	0	11,3360	41,63
also im Ganzen	0,9510	14,0719	60,29
Mit der Nahrung wurden aufgenommen	0,4048	4,3870	2,18
folglich hat das Thier vom Körper abgegeben	0,54,62	9,6849	58,11

Es liefern 0,5462 g N durch Oxydation 12,0874 g Wasser, und 9,6849 g C, die 12,5956 g Fett entsprechen 12,9739 g.

Ferner ergab das durch Verbrennung der Erbsen gebildete Wasser gegenüber dem im Koth ein Plus von 2,3842 g, sodass das Gesammtoxydationswasser

29,6254 g betrug.

Das Thier hat demnach aus seinen Geweben

58,11 g — 29,6254 g = 30,6646 g Wasser abgegeben,

oder da der normale Wassergehalt desselben bei Beginn 145,63 g Wasser betrug in Procenten 21,1%.

Unsere Berechnung, liefert 21,8%.

Die Analyse des Thieres ergab 33,52% fetthaltige und 32,00% fettfreier Trockensubstanz der Organmasse und 6,64% Fett in der Trockensubstanz. Das Anfangsgewicht der Taube betrug 261 g, das Endgewicht mit Federn 213 g, ohne Federn und Füsse 176,47 g.

Vergleichen wir die Resultate, die wir durch Rechnung gefunden, mit denen, die wir durch die directe Bestimmung erhielten, so sehen wir, dass beide ganz gut miteinander übereinstimmen.

Zugleich beweisen die Versuche aber auch die Unmöglichkeit der Durchführung eines reinen Durstversuchs. Die von uns näher verfolgten Thiere haben nicht unerheblich Eiweiss und Fett vom Körper abgegeben und dadurch die Durstzeit verlängert.

Die

Preisbewerbung,

betreffend

beste Construction eines in Arbeiterwohnungen zu verwendenden

Zimmer-Kochofens,

welche der Deutsche Verein für öffentliche Gesundheitspflege und der Verein zur Förderung des Wohles der Arbeiter »Concordia« vor Jahresfrist ausgeschrieben hatte, hat nunmehr durch den Ausspruch der Preisrichter ihre Entscheidung gefunden. Durch diese ist der ausgesetzte Preis von 1000 Mk. getheilt worden, und hat den

I. Preis von Mk. 600.— das **„Eisenwerk Kaiserslautern“** in Kaiserslautern für seinen **eisernen Kochofen** und den

II. Preis der Töpfermeister **W. Werneler** in Berlin, Brunnenstrasse 96, für seinen **Kachelofen**

erhalten. Ausserdem hat das Preisgericht eine »lobende Erwähnung« zuerkannt den Oefen von

Ferdinand Hansen in Flensburg,
„Holter Eisenhütte“, Schloss Holte in Westphalen,
W. Ernst Haas & Sohn, Neuhoffnungshütte bei Sinn, Hessen-Nassau.

Die sämmtlichen zur Preisbewerbung eingesandten Oefen sind in der Zeit vom 16. bis 30. April in Berlin im Hygienischen Museum, Klosterstrasse 32/5 öffentlich ausgestellt.

In der Preisbewerbung für die beste Arbeit über

Lüftung von Arbeiterwohnungen

konnte von dem betr. Preisgericht keiner der 10 eingegangenen Arbeiten der Preis zuerkannt werden, da keine unter ihnen den gestellten Anforderungen entsprach.

Kritische Studien über die quantitative Bestimmung des Glycerins.

Von

Ernst Suhr.

(Mittheilung aus der königl. Untersuchungsanstalt Erlangen.)

Nachdem Pasteur im Jahre 1870 durch seine Untersuchungen über die Gärungserscheinungen das Glycerin als ein normales Product der alkoholischen Gärung erkannt hatte, machte sich auch bald das Bedürfnis nach einer quantitativen Bestimmungsmethode desselben fühlbar zwecks Nachweis der Zusammensetzung gegorener Flüssigkeiten.

Die erste derartige Methode rührt von Pasteur[1]) selbst her und bildet noch heute im Wesentlichen die Grundlage fast aller bekannt gewordenen Bestimmungsweisen des Glycerins; Pasteur's Verfahren bestand in seinen wichtigsten Puncten darin, dass man ½ l Flüssigkeit auf ungefähr 20 ccm eindampfte, dieses wiederholt mit einer Mischung von 1 Theil Alkohol (von ca. 90 Vol.-Proc.) und 1½ Theil Aether auszog, nach dem Abdestilliren des Alkohol-Aethers den Rückstand unter Wasserzusatz in einer Porzellanschale weiter concentrirte, sodann mit Kalkwasser neutralisirte, abermals einengte und nun dieses Extract mit Alkohol erschöpfte. Der Alkohol wurde abdestillirt und das hinterbleibende Glycerin einige Tage in der Luftleere getrocknet und sodann gewogen.

Zwei Umstände jedoch waren es, welche beim näheren Verfolgen dieser Methode sich hindernd in den Weg stellten: nämlich die Flüchtigkeit des Glycerins und die Schwierigkeit, dasselbe vollständig von den anderen in Lösung befindlichen, das

1) Die Alkoholgärung von M. L. Pasteur; deutsch von Griessmayer. Augsburg 1878

Glycerin begleitenden Stoffen zu trennen; auf den letzten Punct hat schon Pasteur[1]) aufmerksam gemacht, indem er angibt, dass das nach seiner Methode aus vergorener reiner Zuckerlösung abgeschiedene Glycerin stets noch 1 bis 1,5 % Verunreinigungen enthält; auch stellte es sich bald heraus, dass nur bei genauester Einhaltung der verschiedenen Bedingungen einigermaassen brauchbare Resultate zu erhalten waren.

Es wurde daher im April 1884 von der im Kaiserlichen Gesundheitsamte zu Berlin zusammengetretenen Commission zur Berathung einheitlicher Methoden für die Weinuntersuchung, eine Methode der Glycerinbestimmung im Wein erlassen, welche von der Pasteur'schen Methode ausgehend, die Vorschläge von E. Reichardt benützend, namentlich von Neubauer und Borgmann ausgebildet war und wie folgt lautet[2]): »100 ccm Wein werden durch Verdampfen auf dem Wasserbade in einer geräumigen, nicht flachen Porzellanschale bis auf ca. 10 ccm gebracht, etwas Quarzsand und Kalkmilch bis zur stark alkalischen Reaction zugesetzt und bis fast zur Trockne eingedampft. Den Rückstand behandelt man unter stetem Zerreiben mit 50 ccm Weingeist von 96 Vol.-Proc., kocht ihn damit unter Umrühren auf dem Wasserbade auf, giesst die Lösung durch ein Filter ab und erschöpft das Unlösliche durch Behandeln mit kleinen Mengen desselben erhitzten Weingeistes, wozu in der Regel 50—150 ccm ausreichen, so dass das Gesammtfiltrat 100—200 ccm beträgt. Den weingeistigen Auszug verdunstet man im Wasserbade bis zur zähflüssigen Consistenz. (Das Abdestilliren der Hauptmenge des Alkohols ist nicht ausgeschlossen.) Der Rückstand wird mit 16 ccm absolutem Weingeist aufgenommen, in einem verschliessbaren Gefäss mit 15 ccm Aether vermischt, bis zur Klärung stehen gelassen und die klar abgegossene event. filtrirte Flüssigkeit in einem leichten, mit Glasstopfen verschliessbaren Wägegläschen vorsichtig eingedampft, bis der Rückstand nicht mehr leicht fliesst, worauf man noch eine Stunde im Wassertrockenschrank trocknet. Nach dem Erkalten wird gewogen«.

1) Die Alkoholgärung von M. L. Pasteur.

2) Deutscher Reichsanzeiger 1884. Nr. 152. 27. Juni.

Verbesserungen, Kritik dieser Methode, bieten die Arbeiten von Nessler und Barth[1]), Medicus[2]), Amthor[3]), Bensemann[4]), M. Barth[5]), Samelson[6]), Claussnitzer[7]), »Vereinbarung analytischer Chemiker in Bayern«[8]), Kayser[9]) u. A.

Lenz[10]) hat die Oxydationsfähigkeit des Kaliumpermanganats auf Glycerinlösungen, sowohl in saurer wie in alkalischer Flüssigkeit studirt, um auf titrimetrischem Wege eine Bestimmung des Glycerins zu ermöglichen; während die Methode im ersteren Falle vollständig im Stiche liess, wurden in sehr concentrirter alkalischer Flüssigkeit zwar annähernde aber doch für eine quantitative Methode nicht genügend genaue Resultate erhalten.

Fox[11]) machte die Beobachtung, dass unter gewissen Bedingungen die Zersetzung des Glycerins durch Kaliumpermanganat in Kohlensäure und Oxalsäure quantitativ vor sich geht; diese Thatsache wurde von Benedict und Zsigmondy[12]) bestätigt und zu einer Bestimmungsmethode des Glycerins ausgebildet, welche bei der Untersuchung von Fetten etc. mit Erfolg benützt wird, für gegohrene Getränke allerdings noch keine Anwendung gefunden hat.

Fox und Wanklyn[13]) veröffentlichten einige Zeit später ein dem Benedikt-Zsigmondy'schen völlig gleiches Verfahren; nach beiden wird die durch Oxydation gebildete Oxalsäure in Form ihres Calciumsalzes abgeschieden und sodann entweder mit Chamaeleon titrirt oder als Calciumcarbonat gewogen.

1) Zeitschrift für analyt. Chem. XXII. 170.
2) Repertor. analyt. Chem. 1886. 6.
3) Dasselbe. 1886. 12.
4) Dasselbe. 1886. 19.
5) Pharm. Centralhalle 1884. 25 und 1886. 27.
6) Chemiker-Zeitnng 1886. 62.
7) Zeitschrift für analyt. Chem. XX. 58.
8) Repert. anal. Chem. 1883. 196.
9) Zeitschrift für analyt. Chem. XXIII. 312.
10) Zeitschrift für analyt. Chem. XXIV. 39.
11) Chemiker-Zeitung. 1885. 9.
12) Dasselbe.
13) Chemical News. 53. 15.

Legler[1]) bestimmte die durch Oxydation mit Kaliumdichromat und Schwefelsäure aus dem Glycerin entwickelte Kohlensäure im Will'schen Kohlensäureapparat, während Hehner[2]) ein Verfahren veröffentlichte, nach welchem ein Rückschluss auf das zu bestimmende Glycerin durch auf titrimetrischem Wege festgestelltes zur Oxydation zu Kohlensäure und Oxalsäure erforderliches Kaliumdichromat gewonnen werden soll.

Planchon[3]) bediente sich wieder des Kaliumpermanganats in schwefelsaurer Lösung und fand, dass das Glycerin unter geeigneten Bedingungen quantitativ in Kohlensäure und Wasser nach der Formel

$$C_3H_5(OH)_3 + 7O = 3CO_2 + 4H_2O$$

zerlegt wurde.

Erfahrungen über das Planchon'sche Verfahren liegen nur seit kurzer Zeit von Grünwald[4]) vor, der besonders hinsichtlich des Apparates, worüber Planchon nur dürftige Mittheilungen macht, die Methode vervollkommnet hat.

Auf einer Beobachtung Baumann's[5]), dass das Glycerin beim Schütteln mit Benzoylchlorid und Natronlauge ein festes, in Wasser unlösliches Estergemenge bildet, basirend, ist von Diez[6]) eine quantitative Bestimmung des Glycerins begründet worden, für welche ausser der schnelleren und leichteren Ausführung, sowie auch der geringeren Gefahr von Verlusten, da man mit nur kleinen Flüssigkeitsmengen operirt, namentlich der Vortheil von Diez in Anspruch genommen wird, dass die Beimengung von Salzen, stickstoffhaltigen und anderen Verunreinigungen durch den Gang der Methode ausgeschlossen ist.

In jüngster Zeit nun hat v. Toerring[7]) die Flüchtigkeit des Glycerins dazu benutzt, dasselbe von anderen, nicht flüchtigen,

1) Repert. anal. Chem. 1886. VI. 632.

2) Chemiker-Zeitung 1889. Nr. 14. S. 213.

3) Comptes rend. 107. p 246.

4) Inaug. Dissert. Berlin 1889.

5) Berl. Berichte 1886 XIX 3218.

6) Zeitschrift für physiolog. Chem 1887. 11.

7) Landwirthschaftl. Versuchsstation 1889. Heft I und Zeitschrift für angew. Chem. 1889. 13.

die Schwierigkeit der Abscheidung des Glycerins vermehrenden Stoffen, durch Destillation im luftverdünnten Raume unter geeigneten Bedingungen zu trennen, um auf solche Weise eine reine Glycerinlösung zu erzielen, die sodann am zweckmässigsten nach Diez' Methode weiter behandelt, gute Resultate geben soll.

Während, wie schon erwähnt, über die von der Reichscommission erlassene Bestimmungsmethode, die sog. Reichsmethode, mannigfache Kritiken und Beobachtungen in der Literatur zu finden sind, liegen über die von Planchon angegebene Oxydationsmethode nur spärliche, über die von Diez und von v. Toerring befolgten Verfahren ebenfalls wenige resp. gar keine Erfahrungen vor; es erschien daher angezeigt, die letzteren Methoden als die wichtigeren unter den in neuerer Zeit in Vorschlag gebrachten, auf ihren Werth zu prüfen und veranlasste mich mein hochverehrter Lehrer, Herr Hofrath Professor Dr. Hilger, diese drei Methoden namentlich gegenüber der von der Weincommission festgesetzten Reichsmethode einer experimentellen Kritik zu unterwerfen.

Methode von Diez.

Diez[1]) hat durch seine Versuche über die Abscheidung des Glycerins als Glycerinbenzoat zunächst festgestellt, unter welchen Bedingungen die Reaction zwischen Glycerin, Benzoylchlorid und Natronlauge beim Zusammenschütteln derselben verläuft und gefunden, dass bis zu einem Gehalt von 10% Glycerin im Wesentlichen Di- und Tribenzoat gebildet wird, selbst wenn das Glycerin in verhältnismässig grossem Ueberschuss anwesend ist, ferner, dass bei Anwendung eines grossen Ueberschusses Benzoylchlorid das erhaltene Estergemenge aus fast reinem Tribenzoat besteht. Immerhin bleiben noch Spuren Glycerin in der Flüssigkeit zurück; indessen fällt diese Thatsache der constanten Ausbeute an Ester gegenüber wenig in's Gewicht, so dass Diez eine darauf bezügliche Methode begründen konnte.

1) Zeitschrift für physiol. Chem. 1887. 11.

Nach Diez werden 0,1 Glycerin in 10 ccm resp. 20 ccm Wasser gelöst, in einen Kolben mit 5 ccm Benzoylchlorid und 35 ccm Natronlauge von 10% versetzt und damit 10—15 Minuten lang unter öfterem Abkühlen und ohne Unterbrechung geschüttelt. Die sich abscheidende Benzoylverbindung wird nach dem Zerreiben in der alkalischen Flüssigkeit auf einem bei 100° getrockneten Filter gesammelt und im Filter bei 100° zwei bis drei Stunden lang getrocknet.

Aus einer Reihe in dieser Weise ausgeführter Bestimmungen berechnet Diez für je 0,1 Glycerin 0,385 Estergemenge. Wurde das alkalische Filtrat noch ein zweites Mal in analoger Weise mit Natronlauge und Benzoylchlorid behandelt, so resultirten etwas höhere Zahlen, nämlich 0,395 Estergemenge im Mittel; es war in diesem Falle sodann keine Spur Glycerin im Filtrate mehr nachweisbar. Dass das erhaltene Estergemenge vorzugsweise aus Tribenzoat besteht, beweist Diez, ausser durch die Elementaranalyse, aus einem Vergleich zwischen der theoretischen und der erhaltenen Ausbeute; zum Beispiel entsteht theoretisch aus 0,1 Glycerin = 0,439 Tribenzoat oder 0,326 Dibenzoat, während thatsächliche Ausbeute erhalten worden ist 0,395 Ester.

Die Reaction verläuft ferner nicht mehr quantitativ, sobald die Glycerinlösung mehr als 2% Glycerin enthält.

Zu den folgenden Versuchen, die mit wässrigen Glycerinlösungen nach der Methode von Diez angestellt wurden, diente ein ca. 90% Glycerin vom spec. Gewicht 1,265 bei 15,5%, je 10 ccm einer 0,17012 Glycerin enthaltenden, wässrigen Lösung nach Diez behandelt, ergaben z. B. folgende Resultate:

1. 0,524 Estergemenge	4. 0,520 Estergemenge
2. 0,560 „ „	5. 0,552 „ „
3. 0,532 „ „	6. 0,592 „ „

Wie man aus diesen Analysen sieht, stimmen die erhaltenen Zahlen unter sich nicht genügend überein; der Grund hiefür konnte einmal an einem mangelhaften Auswaschen des Estergemenges vom überschüssigen Benzoylchlorid liegen, da dieses oftmals sehr hartnäckig vom Ester zurückgehalten wird; andererseits war jedoch auch eine Unbeständigkeit des Esters selbst bei

der vorgeschriebenen Temperatur von 100° denkbar; obwohl Diez angibt, dass beim Trocknen des Esters auf dem Filter bei 100° keine Veränderung desselben eintritt. Den ersteren Fall anlangend, so schreibt Diez vor, den Ester, falls er nicht pulverige Beschaffenheit besitzt, sondern harte, zusammengeballte Massen bildet; wie dieses in der Regel bei meinen Versuchen der Fall war, in der alkalischen Flüssigkeit vor dem Filtriren zu zerreiben; indessen birgt dieses Verfahren immerhin Verluste an Material in sich, da oftmals das Estergemenge, wie schon erwähnt, nicht feste, sondern harzartige, wegen des eingeschlossenen Benzoylchlorids auch wohl gar schmierige Partikelchen bildende Massen vorstellt, die sich beim Bearbeiten in der Reibschale nur unschwer von der Schalenwandung entfernen lassen und daher kaum ohne Verluste aufs Filter gebracht werden können. Es wurde aus diesem Grunde der Ester auf dem gewogenen Filter mit Wasser von ca. 80° und wenig verdünnter Kalilauge behandelt und zwar so lange, bis der Geruch nach Benzoylchlorid gänzlich beseitigt und das ablaufende Waschwasser neutral reagirte; dabei schmolz der Ester und gab das event. eingeschlossene Benzoylchlorid frei, welches jetzt von Alkali und heissem Wasser leichter angegriffen werden konnte. Um das Verhalten des Esters beim Trocknen bei 100° kennen zu lernen, war es nöthig, eine grössere Menge desselben unter den nach Diez angegebenen Verhältnissen darzustellen.

Es wurde zu dem Zwecke eine Mischung von 1,2 Glycerin in 100 ccm gelöst mit 50 ccm Benzoylchlorid und 350 ccm Natronlauge von 10% in einem geräumigen Kolben zusammengeschüttelt; die Flüssigkeit erhitzte sich sehr und musste daher mit Eis gekühlt werden; nach ca. 15 Minuten andauerndem Schütteln war das Estergemenge fest geworden, welches nach Befreiung vom überschüssigen Benzoylchlorid gewaschen und auf einem Thonteller vom grössten Theil der Feuchtigkeit befreit, noch mehrere Tage über Schwefelsäure im Exsiccator getrocknet wurde. Ein Theil des so erhaltenen, eine weisse Krystallmasse bildenden Esters wurde aus absolutem Aether umkrystallisirt und die erhaltenen, rein weissen Krystallnadeln ebenfalls einige Tage

im Exsiccator getrocknet. Ein drittes Product zu diesem Versuche wurde aus den Rückständen der anfangs ausgeführten Analysen abgeschieden, indem die Filter, welche das zu diesen Versuchen abgeschiedene Estergemenge enthielten, mit Petrolaether behandelt wurden und nach dem Abdunsten des Lösungsmittels gleichfalls eine weisse Krystallmasse ergaben; diese wurde nochmals aus absolutem Aether umkrystallisirt. Die auf solche Art gewonnenen drei Producte wurden nun bei 100° und 95° mehrere Stunden ausgetrocknet, um festzustellen, ob eine Gewichtsconstanz eintritt, bezw. durch das Trocknen des Tribenzoats überhaupt zuverlässige Zahlen für die Glycerinmengen erhalten werden konnten. Die hier sich zeigenden Thatsachen bewiesen, dass bei dem Trocknen eine regelmässig von Stunde zu Stunde abnehmende Zersetzung eintritt, es demnach unmöglich ist, eine bestimmte Temperatur, noch weniger eine bestimmte Zeitdauer für das Trocknen festzustellen.

Es musste daher versucht werden, den Ester mittelst Kalilauge zu verseifen und aus dem Kaliverbrauche die Glycerinmengen festzustellen.

Gegen wässrige Alkalien verhält sich der Ester, wie schon bekannt, völlig beständig; selbst beim Kochen damit war keine Veränderung bemerkbar, wenigstens in chemischer Beziehung; es wurden daher zunächst alkoholische Lösungen des in grösserer Menge, wie vorhin erwähnt, dargestellten Esters, mit $^1/_2$ Normal-Kalilauge versetzt, die Flüssigkeit auf dem Wasserbade einige Zeit gekocht, erkalten gelassen und sodann der Ueberschuss an Aetzkali mit $^1/_2$ Norm.-Salzsäure zurücktitrirt. Unter den verschiedensten Bedingungen wie Art und Concentration der Flüssigkeit, sowie Art und Zeit des Erhitzens angestellte Versuche, liessen jedoch auf diesem Wege keine befriedigende Uebereinstimmung der Resultate erwarten; es wurde von nun an der Ester mit alkoholischer $^1/_2$ Normal-Kalilauge versetzt und unter verschiedenen Bedingungen die Verseifung damit vorgenommen, wie folgende Versuche zeigen mögen.

1. 0,04 abgewogener Ester wurden mit 10 ccm einer $^1/_2$ Normal-KOH (von der 10 ccm entsprechen 3,2 ccm normal HCl; also 1 ccm KOH enthielt demnach 0,0179 KOH) versetzt und die Flüssig-

keit ca. 5 Minuten lang auf dem Wasserbade im schwachen Sieden erhalten; nach dem Erkalten wurden einige Tropfen Phenolphtaleinlösung zugefügt und das überschüssige KOH mit norm. HCl zurückgemessen. Es wurden zurücktitrirt 2,9 ccm norm. HCl, entsprechend 9,06 ccm ½ Normal KOH. Also war der Verbrauch an Kaliumhydroxyd = 10—9,06 = 0,94 ccm = 0,01692 KOH, während theoretisch für die Verseifung von 0,04 Tribenzoat erforderlich sind 0,0166 KOH.

2. 0,105 Ester mit 20 ccm ½ Normal-KOH wie bei 1. verseift; es wurden zurückgemessen 5,7 ccm Normal-HCl; diese entsprechen 17,80 ccm ½ Normal-KOH, so dass sich der Verbrauch in diesem Falle auf 0,03938 KOH stellte, während theoretisch 0,04357 KOH erfordert werden.

3. 0,096 Ester mit 10 ccm ½ Normal-KOH versetzt; aber dieses Mal auf dem Wasserbade ca. 10 Minuten in gelindem Kochen erhalten; zurücktitrirt wurden 2,5 ccm Normal-HCl entsprechend 7,8 ccm ½ Normal-KOH, also wurden verbraucht 2,2 ccm ½ Norm.-KOH; diese enthielten 0,03938 KOH, während theoretisch nöthig sind 0,03984 KOH. 4. 0,066 Ester mit 20 ccm ½ Norm.-KOH versetzt und ca. 20 Minuten erhitzt wie oben, ergaben einen Verbrauch an Kaliumhydroxyd von 0,022375, während theoretisch erfordert werden 0,02739 KOH. Man sieht aus diesen Verseifungsversuchen, dass sich ein mässiger Ueberschuss an Aetzkali zur Verseifung am besten eignet, während bei grossem Ueberschuss, wie bei Versuch 2 und 4, ungünstigere Resultate erhalten werden; ferner, dass wie Diez dargelegt hat, nach seiner Methode im Wesentlichen das Tribenzoat gebildet wird, geht aus der guten Uebereinstimmung im thatsächlichen und theoretischen Kaliverbrauch hervor.

Folgende Versuche zeigen die Brauchbarkeit dieses Verfahrens, wobei zur Zersetzung des Glycerintribenzoates alkoholische ½ Norm.--Kalilauge 4. sowie ½ Norm.-Salzsäure benutzt wurde. Das Auswaschen des Tribenzoates muss mit der grössten Sorgfalt geschehen.

Zu diesen Versuchen wurde ein chemisch reines, krystallisirtes Glycerin verwendet, welches durch stetes Aufbewahren

unter dem Exsiccator absolut wasserfrei gehalten wurde. Je 10 ccm einer wässrigen Lösung, enthaltend 0,1205 Glycerin, wurden in einem Erlenmeyer-Kolben nach Diez mit 5 ccm Benzoylchlorid und 35 ccm 10% Natronlauge unter guter Kühlung so lange geschüttelt, bis der Ester fest geworden war und der Geruch nach Benzoylchlorid verschwunden war, dann der Ester auf einem kleinen Filter gesammelt, ausgewaschen und nach Abtrocknung des Filters, letzteres sammt Inhalt in den trocknen Kolben zurückgegeben. mit 20 ccm ½ Norm.-alkohol. Kalilauge übergossen und 10 Minuten auf dem Wasserbade im schwachen Sieden erhalten. Nach dem Erkalten des Kolbens wurde das überschüssige Kaliumhydroxyd mit ½ Norm.-Salzsäure zugemessen.

Es wurden zurücktitrirt:

1. 6,90 ccm ½ Normal-HCl; 2. 6,95 ccm; 3. 6,95 ccm; 4. 6,80 ccm; im Mittel also 6,90 ccm ½ Normal-HCl. Diese 6,9 ccm ½ Normal-HCl entsprachen 9,54 ½ Normal-KOH; da 10 ccm ½ Normal-KOH gleich 7,2 ccm ½ Normal-HCl waren, 1 ccm KOH somit 0,0201 Aetzkali enthielt. Der Verbrauch an Aetzkali war in diesem Falle gleich $10{,}46 \times 0{,}0201 = 0{,}210$ KOH.

Den Gewichtsverhältnissen gemäss verläuft die Esterbildung derart, dass aus 1 Molekül Glycerin = 92, 1 Molekül Tribenzoat = 404 entsteht; letzteres benöthigt zur Zersetzung 3 Moleküle Kaliumhydroxyd = 168, also entsprechen auch 3 Moleküle KOH = 168, 1 Molekül Glycerin = 92 oder 0,541 KOH = 0,1 Glycerin. Im obigen Falle würden daher die verbrauchten 0,210 KOH einem Glyceringehalt der Lösung von 0,1136 Glycerin in 10 ccm entsprechen.

Ein Vergleich zwischen der Methode des Trocknens und Wägens nach Diez und der oben geschilderten Verseifung und Titration des Esters, angestellt mit wässrigen Lösungen des reinen Glycerins, ergab die in der Tab. S. 315 verzeichneten Resultate.

Die daselbst aufgeführten Zahlen beweisen, dass durch die Verseifung gleichmässigere und auch günstigere Resultate, als dieses bei der Trocknung und Wägung möglich, erhalten

werden, so dass dieselbe im Interesse der schnelleren und leichteren Ausführung bei der Glycerinbestimmung nach Diez' Methode Vortheile bietet.

Angewandte Menge in 10 ccm Wasser	Nach Diez		Durch Verseifung mit alkohol. Kalilauge	
	Gewogener Ester	Entsprech. Glycerin	Verbraucht KOH	Entsprech. Glycerin
0,100	0,365	0,0948	0,210	0,113
0,100	0,380	0,0987	0,180	0,0973
0,150	0,550	0,142	0,268	0,145
0,150	0,520	0,136	0,262	0,142
0,200	0,740	0,190	0,365	0,198
0,200	0,720	0,185	0,360	0,195
0,250	0,808	0,210	0,430	0,233
0,250	0,752	0,198	0,375	0,203

Ueber die Concentration der in Anwendung kommenden Glycerinlösungen sagt Diez, dass dieselbe nicht mehr als 2% betragen dürfe, anderenfalls würden zu niedrige Zahlen erhalten; wie aus der vorliegenden Tabelle ersehen werden kann, findet diese Thatsache ihre Bestätigung; wendet man hingegen einen entsprechend grösseren Zusatz von Benzoylchlorid und Natronlauge an, so erhält man natürlich, wie folgender Versuch zeigt, ichtige Resultate; es ergibt sich hieraus, dass die Esterbildung nur bei grossem Ueberschuss an Benzoylchlorid quantitativ verräuft, 0,342 Glycerin in 10 ccm Wasser gelöst, mit 10 ccm Benzoylchlorid und 70 ccm Natronlauge von 10% behandelt, ergab eine Ester, der zur Verseifung 0,635 KOH erforderte, entsprechend 0,338 Glycerin. Die Zeit, welche die Esterbildung in Anspruch nimmt, ist bei den verschieden concentrirten Glycerinlösungen eine ungefähr gleiche, in der Regel 10 Minuten dauernde; doch ist es rathsam, den festgewordenen Ester, wenn möglich, noch mehrere Stunden in der alkalischen Flüssigkeit zu belassen, um dadurch etwa noch unangegriffenes Benzoylchlorid zur Zersetzung gelangen zu lassen; auch empfiehlt es sich, während des Schüttelns den Kolben möglichst ohne Unterbrechung zu kühlen.

Bestimmung des Glycerins nach von Toerring.

Bei der Anwendung der Methode von Diez zur Glycerinbestimmung in gegorenen Getränken war es nothwendig, das Glycerin von den dasselbe begleitenden Stoffen, wie namentlich Kohlehydraten zu trennen, denn diese geben, wie Baumann[1]) nachgewiesen hat, beim Schütteln mit Benzoylchlorid ebenfalls in Wasser und Alkalien unlösliche Estergemenge. Diese Isolirung geschieht nach Diez[2]) durch ein der Reichsmethode zu Grunde liegendes Extractionsverfahren und besitzt demnach auch die schon erwähnten Schattenseiten und Mängel dieser Methode.

von Toerring[3]) nun war es, der in einer den Glyceringehalt der Branntweinschlempe behandelnden, preisgekrönten Arbeit, den Weg angab, durch Destillation der glycerinhaltigen mit Kohlehydraten u. s. w. verunreinigten Flüssigkeit, eine von diesen Stoffen völlig freie, reine Glycerinlösung zu erzielen, welche nun am geeignetsten nach der Methode von Diez weiter behandelt, befriedigende Resultate ergeben soll.

Die Flüchtigkeit des Glycerins ist schon früher von Reynaud[4]) dazu benutzt worden, um in dem nach der Reichsmethode abgeschiedenen Glycerin die Verunreinigungen zu bestimmen.

Wie Skalweit[5]) gefunden hat, kann man eine Glycerinlösung ohne Verluste auf dem Sandbade bis zu 50 % Wasser concentriren, auch Hehner[6]) hat wässerige Glycerinlösungen mit wenigstens 50 % Wasser im bedeckten Becherglase längere Zeit im Sieden erhalten, ohne dabei Verluste an Glycerin nachweisen zu können.

Der Siedepunkt des wasserfreien Glycerins wird nach Mendelejeff[7]) bei 290°, nach Oppenheim und Salzemann[8])

1) Berl. Berichte XIX. 2219.
2) Zeitschr. für physiol. Chem 1870. 11.
3) Landwirthschaftl. Versuchsstation. 1889. 1.
4) Berl. Berichte 1880. 1370.
5) Repert der anal. Chem. 1886. 183.
6) Zeitschr. für anal. Chem. XXVII. 523
7) Annalen der Chem. und Pharm. 114 S. 165.
8) Berl. Berichte 1874. 1623.

bei 290,4° angegeben; dass im luftverdünnten Raume das Glycerin unzersetzt überdestillirt, hat Bolas[1]) constatirt und zwar bei 50 mm Quecksilberdruck bei 210°, bei 12,5 mm Druck bei 179,5°. Für wässrige Glycerinlösungen gibt Gerlach[2]) einige Siedepunkte an; nämlich für ein Glycerin mit 2 % Wasser 208°; mit 5 % Wasser 164° und mit 10 % Wasser 138°.

Aus diesen Angaben folgerte v. Toerring, dass sich das Glycerin in dem von einer entsprechenden Wasserluftpumpe hergestellten, luftverdünnten Raum bei 180° völlig quantitativ verflüchtigen lassen müsse und benützt dazu einen Apparat, dessen Einzelnheiten unter Hinweis auf die oben erwähnte Arbeit hier nicht näher geschildert werden sollen.

Die folgenden Versuche nach Toerring's Methode wurden mit einigen Abänderungen des Apparates ausgeführt. Statt des Luftbades aus Eisenblech diente ein die Retorte bequem umschliessender kupferner Mantel mit seitlicher Schieberöffnung für den Retortenhals und durchbohrtem Deckel für ein Thermometer. Dieses kupferne Gefäss war im Innern mit Asbest ausgefüttert, um ein weniger leichtes Zerspringen der Retorte zu vermeiden und konnte wegen seiner geringen Dimension sehr schnell auf die erforderlichen Temperaturen gebracht werden; die Einschaltung des Manometers unterblieb in den späteren Versuchen, da stets mit derselben Wasserluftpumpe gearbeitet wurde und diese bis auf 12,5 mm Quecksilberdruck sehr gut evacuirte: statt dessen wurde zwischen Vorlage und Saugpumpe eine leere Sicherheitsflasche angebracht, um ein event. Eindringen von Wasser in den Apparat zu verhindern.

Unthunlich erschien jedoch die mit einem Kork verschlossene Tubulusöffnung, da der Kork fast nach jedem Versuche verkohlt war und somit nur einen mangelhaften Verschluss der Retorte darbieten konnte; bei Anwendung schwer schmelzbarer Retorten ohne Tubulus wurde dieser Uebelstand leicht vermieden; das Lösen des Verschlusses zwischen Retorte und Kühler und das Hereinbringen des Spülwassers in die abgekühlte Retorte war

1) Chem. Centralblatt 1871. S. 242, 290 u. 664.

2) Zeitschr. für anal. Chem. XXIV. 110.

mindestens ebenso einfach und weniger zeitraubend, dabei keine Verluste bedingend, als die umständliche Manipulation nach v. Toerring's Angaben; so dass bei allen Versuchen nur in dieser Weise verfahren wurde.

Eine Anzahl wässeriger Glycerinlösungen von verschiedenem Procentgehalt an Glycerin wurde unter diesen Bedingungen der Destillation nach v. Toerring unterworfen, das Destillat mit Benzoylchlorid und Natronlauge geschüttelt und aus dem Ester das Glycerin durch Verseifung mit Kalilauge berechnet.

Angewandte Menge Reinglycerin in 10 ccm	Verbrauchtes KOH	Entsprechendes Glycerin
0,100	0,167	0,0908
0,100	0,181	0,0984
0,100	0,181	0,0984
0,150	0,264	0,143
0,150	0,262	0,142
0,217	0,396	0,211
0,250	0,410	0,222
0,250	0,408	0,221
0,250	0,379	0,205

Wie man aus dieser Tabelle ersieht, werden durch die Destillation im luftverdünnten Raume und nachherige Abscheidung des Glycerins als Ester in der beschriebenen Modification gute Resultate erhalten; das angewandte Glycerin wird vollständig durch die Destillation wieder gewonnen; die mit den mehr als 2 % Glycerin haltigen Lösungen ausgeführten Versuche bewiesen die schon erwähnte, von Diez angegebene Thatsache, dass ein ganz bedeutender Ueberschuss an Benzoylchlorid zur quantitativen Esterbildung nötig ist.

Methode von Planchon.

Der Wortlaut des Verfahrens, welches Planchon zur Oxydation des Glycerins zu Kohlensäure zwecks quantitativer Bestimmung des ersteren einschlug, ist bereits in der Einleitung dieser Arbeit wiedergegeben worden. Mit Recht vermisste Grünwald die genügenden Angaben in demselben über die Ein-

richtung des Apparates, zwecks Wiederholung der Versuche Planchon's; so dass er sich veranlasst sah, selbst einen passenden Apparat zusammenzustellen.

Nachdem sich zunächst die Anwendung von concentrirter Schwefelsäure sowie diejenige von mit concentrirter Schwefelsäure getränkter Bimssteinstückchen zur Absorption des bei der Oxydation sich in reichlicher Menge entwickelnden Wasserdampfes als unbrauchbar erwiesen hatte, wandte Grünwald zu diesem Zwecke einen mit Chlorcalciumstücken gefüllten grösseren Behälter an. Grünwald sagt über den von ihm benutzten Apparat: »Ein System von zwei U-förmigen Röhren, welche den Natronkalkapparat bildeten, wurde gewogen, an eine Chlorcalciumröhre angefügt, die sich mit einem mit Chlorcalciumstücken (bis oben) gefüllten Thurm in fester Verbindung befand und am Ende noch mit einem grösseren Natronkalkrohr verbunden. Von der zu bestimmenden, wässrigen Glycerinlösung wurden nunmehr 100 ccm, in welchen .0,3 — 1,5 Reinglycerin enthalten waren, in einen Rundkolben eingebracht, etwas mehr als das achtfache Gewicht feingepulverten Kaliumpermanganats (nach der Formel $3\ C_3H_5(OH)_3 + 14\ KMnO_4 + 7\ H_2SO_4 = 9\ CO_2 + 19\ H_2O + 7\ K_2SO_4 + 14\ MnO_2$ berechnet) aus einem Cylinderchen hinzugeschüttet und 100 ccm Wasser zugesetzt, in welchem 15 bis 30 ccm concentrierte Schwefelsäure aufgelöst waren. Der Kolben wurde sodann schnell an einem Stativ in schräger Lage befestigt, ein Gummistopfen fest eingesetzt und die durch die Bohrung desselben gehende Glasröhre mittels Kautschukrohres luftdicht an den Thurm angefügt, dessen Hahn sodann offen gestellt wurde. Nachdem noch ein Drahtnetz unter den Kolben gelegt war, konnte die Bestimmung in gewünschter Weise von statten gehen.«

Grünwald bemerkt nun, dass sich bei gewöhnlicher Temperatur innerhalb 5 Minuten noch keine Einwirkung des Kaliumpermanganats auf Glycerin bemerkbar mache; erst bei ca. 40° soll die Kohlensäureentwickelung vor sich gehen, welche zum Schluss nothwendig durch Erhitzen der Entwickelungsflüssigkeit zum Sieden zu Ende gebracht werden muss. Den Natronkalk hält er jedoch schon nach einigen Versuchen, die stets zu niedrige

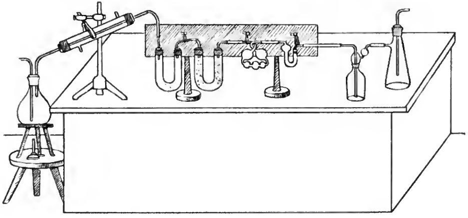
Resultate ergaben, ungeeignet zur völligen Absorption der Kohlensäure, indem er annimmt, dass sich die einzelnen Natronkalkpartikelchen bald mit einer Schicht von kohlensaurem Salz umgeben und alsdann der Kohlensäure gegenüber intact bleiben; mit besserem Erfolg benützt er dagegen den Liebig'schen Kaliapparat; dieser wurde mit einer ca. 30 proc. Kalilauge beschickt und noch mit einem kleinen mit Aetzkalistückchen gefüllten U-Rohr verbunden; letzteres sollte Spuren von Feuchtigkeit und Kohlensäure, die dem Kaliapparat event. entweichen würden, aufnehmen.

Ich wiederholte die Versuche mit einem nach Grünwald's Angaben zusammengestellten Apparat mit der Vorsichtsmaassregel, den Entwickelungskolben erst mit ganz kleiner, nach und nach grösserer und schliesslich 5 Minuten im Sieden erhaltender Flamme erhitzend; die Chlorcalciumapparate waren durch längeres Hindurchleiten eines kräftigen Kohlensäurestromes, der zur Austreibung der letzteren zum Schluss durch einen getrockneten von Kohlensäure befreiten Luftstrom ersetzt war, derartig vorbereitet, dass kein Verlust an Kohlensäure in diesen eintreten konnte.

Es zeigte sich nun schon nach den ersten Versuchen der Chlorcalcium-Thurm als vollkommen ungeeignet, um den in reichlicher Menge auftretenden Wasserdampf zurückhalten zu können; das Chlorcalcium hätte fast nach jedem einzelnen Versuche erneuert werden müssen, abgesehen davon, dass der Wasserdampf auch in die Absorptionsgefässe gelangen musste; ein Versuch mit einem äusserst langhalsigen Kolben als Entwickelungsgefäss hob den Uebelstand keineswegs. Aus diesem Grunde wurde der Chlorcalcium-Thurm überhaupt aus dem Apparat entfernt und statt dessen ein Liebig'scher Kühler eingeschaltet.

Das eine Rohrstück desselben führte durch einen doppelt durchbohrten Kautschukpfropfen in den Hals des Entwickelungskolbens, durch die andere Bohrung führte ein bis auf den Boden des Entwickelungsgefässes reichendes Glasrohr, welches nach aussen mit einem Trockenapparat aus Aetzkali, Natronkalk und

Chlorcalcium-Behältern bestehend, in Verbindung stand, um mit Hilfe desselben während des Oxydationsprocesses einen kohlensäurefreien Luftstrom durch den ganzen Apparat ziehen zu können. · Das entgegengesetzte Rohrstück des Kühlers wurde verbunden mit einer grösseren **U**-Röhre, auf deren Grund sich einige Stückchen Chlorcalcium befanden, damit bei etwaigem Feuchtwerden desselben kein Zusammenballen der Stückchen



und dadurch bedingtes Verstopfen des ganzen Apparates eintreten konnte; an die erste **U**-Röhre schloss sich eine zweite, etwas grössere, welche zu einer Hälfte mit kleinen Chlorcalciumstücken, zum anderen mit Bimssteinstückchen, die mit Kupfersulfatlösung getränkt und dann zum Weisswerden geglüht waren, gefüllt war. Als Absorptionsgefäss folgte sodann der Liebig'sche Kaliapparat mit einem kleinen **U**-Röhrchen, welches mit Aetzkalistückchen gefüllt war. Um die äussere Kohlensäure fern zu halten, wurde an die letztere eine mit concentrirter Kalilauge gefüllte Waschflasche angefügt; diese stand sodann mit der Wassersaugpumpe in Verbindung. Zwischen Waschflasche und Saugpumpe wurde schliesslich noch eine Sicherheitsflasche eingeschaltet, um ein eventuelles Eindringen von Wasser in den Apparat zu verhindern. Obige Skizze veranschaulicht das eben geschilderte.

Die Flüssigkeit im Kolben wurde sodann mit kleiner, nach und nach verstärkter Flamme erhitzt und auf solche Weise eine gleichmässige Gasentwickelung erreicht; nachdem die Entwickelungsflüssigkeit einige Zeit im Sieden erhalten war und die durch den Kaliapparat hindurchgehenden Gasblasen spärlicher geworden waren, stellte ich die Verbindung des Apparates mit der Saugpumpe her, öffnete die Verschlüsse des Trockenapparates und liess einen langsamen, von Kohlensäure im Trockenapparat befreiten Luftstrom durch den Apparat ziehen, um dadurch die Kohlensäure, welche von der Flüssigkeit eventuell absorbirt war, in den Kaliapparat zu bekommen.

Nachstehend gebe ich die mit reinen, wässrigen Glycerinlösungen nach dem Verfahren von Planchon in der erwähnten Modification erzielten Resultate; das Glycerin wird unter den obwaltenden Bedingungen völlig quantitativ, der Gleichung gemäss

$$C_3H_5(OH)_3 + 7O = 3CO_2 + 4H_2O$$

zerlegt; es entsprechen somit 92 Theile Glycerin = 132 Theilen Kohlensäure.

Angewandte Menge Reinglycerin in 100 ccm Wasser	Gefundene Kohlensäure	Entsprech. Glycerin	Differenz %
0,4167	0,5880	0,4098	— 1,6
0,5544	0,7810	0,5433	— 1,8
0,5544	0,7895	0,5502	— 0,75
0,5544	0,8000	0,5575	+ 0,5
0,8334	1,1750	0,8190	— 1,72
0,8334	1,1890	0,8290	— 0,52

Die erhaltenen Zahlen beweisen, dass die Methode in der beschriebenen Modification völlig befriedigende Resultate gibt. Wegen ihrer Einfachheit und schnellen Ausführung, da bei einmal aufgestelltem Apparat ein Versuch höchstens eine Stunde Zeit erfordert, verdient dieses Verfahren überall da den Vorzug, wo man den Glyceringehalt wässriger Lösungen, Handelsglycerin etc. zu bestimmen hat; natürlich dürfen keine Substanzen zugegegen sein, welche bei der Oxydation mit Kaliumpermanganat und Schwefelsäure gleichfalls Kohlensäure ergeben.

Bei Anwendung der Methode für gegorene Getränke muss daher, wie später gezeigt werden soll, die Destillation nach v. Toerring vorangehen.

Die sog. Reichsmethode der Glycerinbestimmung.

Sollen nun die bisher geschilderten Glycerinbestimmungsmethoden in der hier erwähnten Art der Durchführung der sog. Reichsmethode gegenüber gestellt werden, so sei es zunächst gestattet, zu schildern, wie diese Methode, deren Wortlaut bereits in der Einleitung dieser Arbeit gegeben ist, im Königlichen bayrischen Untersuchungsamt für Nahrungs- und Genussmittel zu Erlangen zur Ausführung gelangt, da ich mich bei meinen Versuchen streng an dieselbe hielt.

»100 ccm Wein (Süssweine siehe unten) werden in einer Porzellanschale (Dimensionen: Höhe 5 cm, oberer Durchmesser 11—12 cm) zum Syrup eingedampft; derselbe wird mit 1 bis 2 g gereinigtem Seesand und 5 ccm einer 40proc. Kalkmilch (1 ccm = 0,4 Ca $(OH)_2$) versetzt, die Masse gut durchgerührt und fast bis zur Trockne gebracht; der entstandene Brei wird mit einigen Cubikcentimeter 96 Vol.-Proc. Alkohol mit Hilfe eines Glasspatels sorgfältig von der Schalenwandung losgelöst und mit 50 ccm desselben Weingeistes gut verrührt, auf dem kochenden Wasserbade einige Zeit unter stetem Umrühren erwärmt mit der Vorsicht, die Flüssigkeit selbst nicht in's Kochen kommen zu lassen, um durch event. Verspritzen derselben Verluste zu vermeiden; nach Entfernung der Schale vom Wasserbade lässt man die Flüssigkeit sich klären, giesst dieselbe alsdann durch ein kleines, anliegendes Filter in einen Kolben ab und behandelt den kalkigen Rückstand nochmals in derselben Weise; den jetzt in der Schale hinterbleibenden Rückstand erschöpft man zweimal mit je 50 ccm 96 Vol.-Proc. Alkohol in der Kälte wie vorher in der Wärme. Das alkoholische Filtrat befreit man bis auf ca. 10 ccm vom Alkohol, spült die rückständige Flüssigkeit event. mit Hilfe von einigen ccm Alkohol in eine kleine Porzellanschale und verdampft bis zur zähflüssigen Consistenz; der hier bleibende Rückstand wird zunächst mit 8 ccm absolutem Alkohol in ein kleines

verschliessbares Kölbchen übergeführt, noch mit 2 ccm absolutem Alkohol nachgespült und diese alkoholische Lösung nun mit 15 ccm absolutem Aether versetzt; den Aether setzt man in drei Portionen nach jedesmaligem Schütteln und Sichklärenlassen der Flüssigkeit hinzu; nach Zusatz einer geringen Menge Quarzsand lässt man nach öfterem Umschütteln der Flüssigkeit diese sich völlig klären, um sie sodann durch ein kleines Filterchen in ein tarirtes Wägegläschen, dessen Höhe mindestens 6 cm betragen muss, überzuführen. Der Bodensatz im Kölbchen wie auch das Filterchen werden noch einige Male mit einer Alkoholäthermischung (2:3) nachgespült, der Alkoholäther nun vorsichtig bis zur Zähflüssigkeit verdampft, ohne den Aether dabei in's Sieden kommen zu lassen und das schliesslich erhaltene Rohglycerin noch eine Stunde im Trockenschranke bei 100° getrocknet, nach dem Erkalten im Exsiccator wird endlich gewogen.«

Bei Weinen über 5% Extract wird vorher eine Entfernung des grössten Theiles Zucker etc. in der Weise herbeigeführt, dass man 100 ccm Wein in einer Porzellanschale bis zu dünnem Syrup eindampft; derselbe wird alsdann mit 100—150 ccm absolutem Alkohol (je nach der vorhandenen Zuckermenge) in einen Glaskolben gebracht; hierzu fügt man alsdann auf 1 Theil des angewandten Alkohols 1,5 Theile Aether, schüttelt gut durch und lässt bis zur vollständigen Klärung der Flüssigkeit stehen. Die das Glycerin enthaltende klare Aetheralkohollösung wird von dem Bodensatz abgegossen, dieser noch einige Male mit etwas Alkoholäther nachgespült und die so erhaltene Lösung vom Alkoholäther durch Destillation befreit, darauf mit Hilfe von Wasser der Rückstand in eine Porzellanschale gebracht und sodann nach dem vorhin beschriebenen Verfahren behandelt.

Unter diesen genau innegehaltenen Bedingungen wurden einige Versuche mit reinen, wässrigen Glycerinlösungen angestellt, jedoch gelang es auch bei genauesten Arbeiten nicht, das angewandte Glycerin wieder zu finden; die Resultate fielen, wie aus nebenstehender Tabelle ersichtlich, stets mehrere Prozente zu niedrig aus

Angewandte Menge Reinglycerin in 100 ccm Wasser	Gefundenes Glycerin	Differenz in % ausgedrückt
0,9240	0,8850	— 4,2
0,9240	0,8465	— 8,4
0,6250	0,5735	— 8,3
0,6250	0,5800	— 7,2
1,5450	1,4020	— 9,03
1,5450	1,3505	— 12,5

Diese schlechten Resultate bestätigen die Erfahrungen anderer Forscher, auf deren Arbeiten hier nur hingewiesen werden soll. Besonders sind es die Arbeiten von Moritz[1]), Couttelenc[2]), Nessler & Barth[3]), Kayser[4]) und Barth[5]).

Eine Glycerinbestimmung nach der Reichsmethode mit einem Wachenheimer Weisswein, dessen Alkoholgehalt 8,45 % betrug, angestellt, ergab folgende Resultate: Von jedem abgeschiedenen Glycerin wurde eine Aschenbestimmung ausgeführt:

1. 0,667	Glycerin,	enthaltend	0,029	Asche
2. 0,676	»	»	0,029	»
3. 0,640	»	»	0,024	»
4. 0,669	»	»	0,026	»
5. 0,666	»	»	0,026	»

Die Analysen stimmen zwar gut überein, aber der hohe Aschengehalt beweist auch die Unreinheit des gewonnenen Glycerins; in ganz besonders starkem Maasse tritt dieser Uebelstand nun bei Süssweinen und überhaupt extractreichen gegorenen Flüssigkeiten hervor. Haas[6]) hat nachgewiesen, dass man bei Anwendung der Reichsmethode für die Glycerinbestimmung bei Süssweinen oft einen Verlust von 20 bis 30 % hat, wenn man den Zucker nach der vorher beschriebenen Art der Alkohol-

1) Arbeiten aus dem kaiserl. Gesundheitsamte. 5. 349.
2) Bullet. de la société chimique. 36. 133.
3) Zeitschrift für analyt. Chem. XV. 45 und XXIII. 323.
4) Repert der anal. Chem. 1884. 56.
5) Pharmac. Centralhalle 1884. 25.
6) Zeitschrift für Nahrungsmittel-Untersuchung und Hygiene. 1889. 8.

Aetherbehandlung abscheidet; einestheils treten bedeutende Verluste an Glycerin ein, andererseits gelangt ein Körper, ausser etwa vorhandenem Zucker, zur Wägung, der ebenfalls gar nicht Glycerin ist, sondern das von Péligot entdeckte Saccharin vorstellt. Die Entstehung dieser Körper wird bekanntlich auf das Zusammenwirken von erhitzter, wässeriger Traubenzuckerlösung mit Aetzkalk zurückgeführt; sie sind in Aether löslich, reduciren aber die Fehling'sche Lösung nicht.

Kayser[1]) fand in einem aus einer 0,5 % Glycerin und 1 % Invertzucker haltenden Lösung, isolirtem Glycerin, einen Zuckergehalt von 32 %.

Auch Kulisch[2]) untersuchte ein aus einem Wein nach der Reichsmethode abgeschiedenes Glycerin auf dessen Verunreinigung und fand in demselben

6,1 % Asche,
0,661 % Stickstoff,
1,42 % Fett.

Dass thatsächlich das aus glycerinhaltigen, wässerigen Zuckerlösungen sowie Weinen abgeschiedene Rohglycerin nur zu ca. 50 % aus wirklichem Glycerin besteht, soll nun in den folgenden Versuchen gezeigt werden; das Glycerin wurde zu dem Zwecke aus zuckerhaltigen Lösungen resp. Weinen isolirt, sodann in Wasser gelöst (es löst sich niemals klar, sondern scheidet stets eine flockige Substanz in Wasser ab), filtrirt und im luftverdünnten Raume nach v. Toerring der Destillation unterworfen, in einem aliquoten Theile wurde sodann einmal nach Diez, das andere Mal nach Planchon der Glyceringehalt bestimmt und auf die gewogene Menge Rohglycerin umgerechnet.

Der Glyceringehalt der zur Mischung verwendeten Lösungen wurde nach Diez bestimmt und die aus mehreren Analysen gewonnene Mittelzahl als maassgebend angenommen; die angeführten Resultate sind die aus je zwei Analysen erhaltene Mittelzahl; die Verlustprocente beziehen sich auf das Resultat der Reichsmethode und des daraus nach Diez erhaltenen.

1) Repert. der anal. Chem. 1882. 129.
2) Landwirtschaftl. Jahrbücher 1886. 421.

Nr.	Zusammensetzung der Flüssigkeit in 100 ccm	Nach der Reichsmethode abgeschiedenes Glycerin	Das nach der Reichsmethode gewonnene Rohglycerin nach Toerring destillirt u. im Destillat das Glycerin bestimmt nach Diez	Planchon	Verlust in % ausgedrückt
1	0,6170 Glycerin ohne Zusatz	0,592	0,5150	0,5001	— 13
2	0,6170 Glycerin und 2,0 Dextrose	0,569	0,3350	0,3484	— 41,6
3	0,6170 Glycerin und 5,0 Dextrose	0,540	0,3105	0,2909	— 42,5
4	0,4370 Glycerin und 10,0 Dextrose	0,322	0,2110	0,2120	— 31,3
5	1,1620 Glycerin und 20,0 Dextrose	0,792	0,5532	0,5570	— 30,2
6	0,5930 Glycerin Kunstweinmischung (siehe unten)	0,481	0,264	0,275	— 45,1
7	Weisser Rheinwein (Analyse siehe unten)	0,757	0,398	0,335	— 47,4
8	Griechischer Sect (Analyse siehe unten)	0,340	0,0745	0,0735	— 78,0

Die Proben 2 und 3 wurden direct nach der Reichsmethode, ohne vorherige Zuckerabscheidung mit Alkohol-Aether, bestimmt; bei 4 und 5 dagegen wurde diese Abscheidung vorgenommen. Der unter 6 genannte Kunstwein enthält in 100 ccm:

Alkohol 10 ccm,
Glycerin 0,6082 (nach Diez und Planchon bestimmt: 0,5930),
Rohrzucker 5,0,
Chlornatrium 0,1,
Phosphors. Natron 0,1,
Weinstein 0,2,
Aepfelsäure 0,01.

Die Analyse des unter 7 genannten Rheinweins hatte ergeben in 100 ccm:

Alkohol 7,40,
Extract 0,21,
Säure 0,600 (auf Weinsäure berechnet),
Asche 0,228,
Polarisation ± 0.

Der in Nr. 8, bezeichnet als Griechischer Sect, genannte Wein war ein sog. Rosinenwein, dessen Analyse ergeben hatte:

Alkohol 9,75,
Extract 40,36,
Asche 0,290,
Säure 0,742 (auf Weinsäure berechnet),
Polarisation — 14,10° (200 mm lange Röhre).

Dieser Wein wie auch die Mischung 6 wurden ebenfalls als Süsswein behandelt, d. h. vom grössten Theil Zucker durch vorangehende Alkohol-Aether-Behandlung befreit. Nimmt man nun die Methoden von Toerring, combinirt mit denen von Diez oder Planchon, als richtige Resultate gebend an, so beweisen die in obiger Tabelle niedergelegten Zahlen, dass das nach der Reichsmethode zur Wägung gelangende Glycerin im höchsten Grade als ein unreines Glycerin angesprochen werden muss, ferner lehrt die Tabelle, dass diese Unreinheit vor allen Dingen von dem das Glycerin begleitenden Zucker (siehe Nr. 2 und 3, in denen relativ mehr Zucker enthalten war, als in 4 und 5; denn letztere kamen erst nach Abscheidung der Hauptmenge Zucker mit Alkohol-Aether zur eigentlichen Behandlung nach der Reichsmethode), dann aber auch von den im Wein enthaltenen anorganischen Bestandtheilen (Nr. 6) bedingt wird.

Eine wesentliche Verunreinigung liefern endlich, wie Nr. 8 beweist, auch die stickstoffhaltigen, organischen Körper im Wein; hier ist es zum grossen Theil neben Zucker der hohe Gehalt an Extractivstoffen, der die Abscheidung reinen Glycerins hindert.

Wie verhält sich nun die Reichsmethode gegenüber der Glycerinbestimmung nach Toerring-Diez resp. Toerring-Planchon in Anwendung auf wässerige Glycerinlösungen resp. Wein?

Zur Erledigung dieser Frage sei hier zunächst das Verfahren angegeben, welches v. Toerring benützt, um die das Glycerin enthaltende Flüssigkeit für die Destillation vorzubereiten. Vor allen Dingen muss auf eine gänzliche Entfernung des Alkohols aus den betreffenden alkoholischen Flüssigkeiten, für welche die Methode speciell geschaffen ist, gesorgt werden; andernfalls bilden

sich beim späteren Schütteln der Flüssigkeit mit Benzoylchlorid Aethylbenzoate, welche auf die Abscheidung und Erhärtung des Glycerinbenzoates ungünstig einwirken. Man dampft daher vom Bier 50 ccm, vom Wein 15 ccm auf dem Wasserbade auf etwa 10 ccm ein, setzt nach der Abkühlung allmählich ca. 15,0 gebrannten Gyps hinzu und verrührt die Masse zu einem gleichmässigen Pulver, welches sodann im Heberextractionsapparat ca. 6 Stunden mit absolutem Alkohol ausgelaugt wird. Wie v. Toerring angibt, kann man auch statt dessen die auf dem Wasserbade eingeengte Flüssigkeit in zwei Filtrirpapierstreifen von je 50 ccm Länge und 6 ccm Breite (wie bei der Adam'schen Fettbestimmung gebräuchliche) aufnehmen, um diese dann wie vorhin zu extrahiren. Den alkoholischen Auszug versetzt man nun mit 15—28 ccm Wasser und entfernt durch Eindampfen auf dem Wasserbade sämmtlichen Alkohol, die hinterbleibende wässerige Lösung, das Glycerin enthaltend, wird sodann der Destillation unterworfen. Bei Weinen unter 5 % Extractgehalt wendet v. Toerring diese Reinigung nicht mehr an, er sorgt in diesem Falle durch Concentriren der Flüssigkeit nur für die gänzliche Beseitigung des Alkohols.

Für die Oxydation des im Wein etc. enthaltenen Glycerins nach Planchon bediente ich mich ganz desselben Verfahrens, da eine anderweitige Vorbereitung der für diesen Zweck erforderlichen, wässerigen Glycerinlösung nicht bekannt geworden ist; die Methode aber ebenfalls eine von organischen Verunreinigungen völlig freie Glycerinlösung verlangt.

Eine Anzahl nach den drei Methoden in den erwähnten Modificationen mit wässrigen Glycerinlösungen und solchen mit Zucker und sonstigen Weinbestandtheilen versetzten, sowie mit einem Wein selbst angestellter Vergleichsanalysen sei in Tabelle auf S. 330 wiedergegeben.

Wie zu dem daselbst angegebenen Glyceringehalt der zur Mischung verwendeten Glycerinlösungen war auch hier derselbe vorher nach Diez und Planchon gut übereinstimmend festgestellt; die angewandten Lösungen und Mischungen sind dieselben wie vorhin, desgleichen der in Nr. 7 genannte Süsswein;

Nr. 8 wurde ebenfalls als Süsswein behandelt. Dass bei Weinen über 5 % Extractgehalt die von v. Toerring eingeschlagene Reinigung mit Gyps nöthig ist, beweisen die Zahlen in Nr. 6; unterlässt man diese Reinigung, so werden unbedingt zu hohe Resultate erhalten. Die Tabelle lehrt, dass die zur Glycerinbestimmung der combinirten Methoden von v. Toerring-Diez resp. von v. Toerring-Planchon benützten Verfahren genügend genaue Resultate ergeben und der Reichsmethode gegenüber unbedingt den Vorzug verdienen; umsomehr als das nach letzterer Methode gewonnene Glycerin absolut keinen Anspruch auf Reinglycerin machen kann, die Resultate dieser Methode daher im höchsten Grade zweifelhaft erscheinen müssen.

Nr.	Zusammensetzung der Flüssigkeit in 100 ccm	Reichs-methode	Ohne Gypsreinigung		Mit Gypsreinigung	
			Diez	Planchon	Diez	Planchon
1	0,6170 Glycerin ohne Zusatz	0,592	0,6170	0,6170	—	—
2	0,6170 Glycerin und 2,0 Dextrose	0,569	0,6030	0,5835	—	—
3	0,6170 Glycerin und 5,0 Dextrose	0,540	—	—	0,5850	0,460
4	0,437 Glycerin und 10,0 Dextrose	0,322	—	—	0,416	0,405
5	1,162 Glycerin und 20,0 Dextrose	0,792	—	—	0,903	0,927
6	0,593 Glycerin Kunstwein	0,481	0,670	1,270	0,506	0,563
7	Griechischer Sect	0,340	—	—	0,248	0,243
8	Jerusalemer Ausbruch	0,916	—	—	0,7396	0,7137

Aber auch die Vortheile, die diese Methoden gegenüber der umständlichen Reichsmethode, an Zeit und Materialverbrauch gewähren, sind beachtenswerth.

Zum Schlusse wurden noch einige Weine, zum Theil nach Herkunft und Analysen bekannt, nach der Methode von v. Toerring combinirt mit dem Verfahren von Diez, in den in dieser

Arbeit angedeuteten Modificationen, gegenüber der Reichsmethode auf ihren Gehalt an Glycerin untersucht und stellte es sich dabei heraus, dass oftmals nach letzterer Methode ein etwas höherer Gehalt an Glycerin gefunden wird, wie nach dem Verfahren von v. Toerring-Diez dieses der Fall ist; wie auch schon die obenstehende Tabelle bei den Süssweinen 7 und 8 dieses angibt.

Der Grund hierfür ist nach dem Erwähnten ausschliesslich in der ausserordentlich grossen Unreinheit des nach der Reichsmethode zur Wägung gelangenden Glycerins zu suchen, wodurch also oftmals die Fehler der Methode compensirt werden.

Nr. I. Württemberger Rothwein von Neckarsulm.

Der Wein enthielt in 100 ccm:

Alkohol 7,9,
Extract 2,03,
Asche 0,212,
Säure 0,667 (auf Weinsäure berechnet),
SO_3 0,03,
K_2SO_4 0,66.
Polarisation $\pm$ 0.

Die Glycerinbestimmung nach der Reichsmethode ergab:

1. 0,624 Glycerin, 2. 0,640, 3. 0,665,
im Mittel also = 0,643 Glycerin in 100 ccm.

Nach v. Toerring-Dietz enthielten 100 ccm:

1. 0,560 Glycerin, 2. 0,555 Glycerin,
im Mittel also = 0,557 Glycerin.

Nr. II. 1884er Kitzinger Berg (Frankenwein).

Der Wein enthielt in 100 ccm:

Alkohol 7,47,
Extract 2,14,
Asche 0,196,
Säure 0,574 (auf Weinsäure berechnet),
Polarisation $\pm$ 0.

Nach der Reichsmethode abgeschiedenes Glycerin.
In 100 ccm:

1. 0,799 Glycerin enthielt 0,035 Asche,
2. 0,755 » » 0,030 »

Mittelzahl = 0,787 Glycerin.

Methode von v. Toerring-Dietz ergab:

1. 0,654,
2. 0,647,

Mittelzahl = 0,6505 Glycerin.

Nr. III. Pfälzer Weisswein.

Nach der Reichsmethode enthielten 100 ccm:

1. 0,513 Glycerin,
2. 0,475 »

im Mittel 0,494 Glycerin.

Nach von Toerring-Dietz:

1. 0,426 Glycerin,
2. 0,437 »

im Mittel 0,431 Glycerin.

Nr. IV. Vino nostrano, italienischer Rothwein.

Analyse in 100 ccm:

Alkohol 9,86,
Extract 2,74,
Asche 0,298,
SO_3 0,027,
K_2SO_4 pro Liter 0,59,
Gesammtsäure 0,66,
Polarisation ± 0.

Glycerinbestimmung nach der Reichsmethode.
In 100 ccm Wein waren:

1. 0,610 Glycerin enthaltend 0,039 Asche,
2. 0,587 » » 0,026 »

im Mittel 0,598 Glycerin.

Nach von Toerring-Dietz:

a) Mit Gypsreinigung. In 100 ccm Wein:

1. 0,488 Glycerin, 2. 0,4590 Glycerin.

b) Ohne Reinigung mit Gyps. In 100 ccm Wein:

1. 0,4268 Glycerin, 2. 0,4590 Glycerin.

Die gut übereinstimmenden Resultate unter a und b beweisen von Toerring's Angabe, dass die Gypsbehandlung bei Weinen unter 5 % Extractgehalt überflüssig ist. Der hohe Aschengehalt des gewogenen Glycerins beweist die Unreinheit desselben und erklärt die grössere Ausbeute, als die nach der anderen Methode gewonnene.

Nr. V. Weisswein.

Die Analyse hatte ergeben in 100 ccm:

Alkohol 8,43
Extract 2,0
Asche 0,19
Säure 0,81 (auf Weinsäure berechnet)
Polarisation ± 0

Nach der Reichsmethode enthielten 100 ccm:

1. 0,604 Glycerin
2. 0,668 »
Im Mittel 0,634 »

Nach von Toerring-Diez dagegen:

1. 0,560 Glycerin
2. 0,575 »
Im Mittel 0,567 »

Die Absicht, diese vergleichenden Untersuchungen auf eine grössere Zahl gegorener Flüssigkeiten auszudehnen, konnte leider nicht mehr ausgeführt werden; bei der Wichtigkeit der Glycerinbestimmung für die Beurtheilung gegorener Flüssigkeiten, wäre es wünschenswerth, dass die neue von Toerring'sche Destillationsmethode auf die mannigfaltigsten derartigen Untersuchungsmaterialien angewandt würde und der fehlerhaften, umständlichen sog. Reichsmethode gegenüber gestellt würde.

Nach Abschluss vorliegender Experimentalstudien erschien in der »Zeitschrift für Naturwissenschaften« Bd. 64 eine sehr verdienstvolle Arbeit von Friedrich Schaumann »Bestimmung

von Glycerin im Weine, nebst Notizen über Sächsisch-Thüringische Weine«, welche sich ebenfalls mit kritischen Studien über die Glycerinbestimmungen beschäftigt und folgende Methode der Glycerinbestimmung empfiehlt, deren Wortlaut wir wiedergeben.

»50 ccm Wein werden (zum Zwecke der Entgeistung und Neutralisirung) in einer kugeligen Porzellanschale mit 2 bis 3 g gefälltem, reinem kohlensauren Kalk versetzt und auf dem Wasserbade unter öfterem Umrühren auf etwa $^{2}/_{3}$ des angewandten Volumens eingedunstet.

Die so erhaltene Weinextractlösung spült (oder filtrirt) man nun in das Destillirgefäss und wäscht den rückständigen Kalk (oder das Filter) mit Wasser nach, so dass die Flüssigkeit ungefähr ihr ursprüngliches Volumen wieder erhält. Sie wird nun im Luftbade erhitzt, bis Wassertropfen sich im oberen Rohre condensiren, und sobald dies geschieht, leitet man den überhitzten Dampf ein und destillirt, bis etwa 200 ccm Destillat gewonnen worden sind.«

In diesem Destillate wird das Benedict-Zsigmondy'sche Verfahren zur Glycerinbestimmung benutzt und zwar in folgender Durchführung:

»Diese Flüssigkeit wurde mit 10 bis 12 g Aetzkali (welches oxalsäurefrei befunden war) versetzt und nach erfolgter Lösung und Abkühlung mit soviel Permanganatlösung vermischt, bis bleibend rothviolette Färbung einen Ueberschuss des Oxydationsmittels anzeigte.

Dann erhitzte ich das Gemisch auf einer Asbestpappe langsam zum Kochen, erhielt es etwa eine halbe Stunde lang bei dieser Temperatur und behandelte es dann noch heiss mit SO_2 Gas, bis nicht nur die Lösung entfärbt, sondern anch der schlammige Manganniederschlag vollständig aufgelöst war.

Die Behandlung mit SO_2 nahm ich einfach so vor, dass dieses Reductionsmittel in Gasform eingeleitet wurde, zu welchem Zwecke ich es nach Thiele[1]) unter Benutzung von dessen Apparat aus technischem Natriumsulfit und concentrirter Schwefelsäure entwickelte.

1) Liebig's Annalen der Chemie. 253. 243.

Aus einem Kugeltrichter fliesst concentrirte Schwefelsäure in eine Woulff'sche Flasche, die eine Lösung von dischwefligsaurem Natrium enthält. Das entwickelte Gas passirt eine Waschflasche und wird dann direct in die zu entfärbende Flüssigkeit geleitet.

Nachdem die Flüssigkeit farblos geworden war, wurde dieselbe mit Essigsäure versetzt und so lange erhitzt, bis jeglicher Geruch nach schwefliger Säure verschwunden war; hierauf ist besonders Werth zu legen, da die schweflige Säure lösend auf das Calciumoxalat einwirkt. Die noch heisse Lösung wurde dann mit Chlorcalcium gefällt. Den entstandenen Niederschlag, der ausser Calciumoxalat stets viel Gyps enthielt, sammelte ich auf einem Asbestfilter und wusch ihn so lange mit heissem Wasser aus, bis das Waschwasser Kaliumpermanganat bei Gegenwart von Schwefelsäure nicht mehr reducirte.

Schliesslich wurde der Niederschlag sammt dem Asbest in eine Schale hineingespült und nach dem Ansäuern mit Schwefelsäure bei Kochhitze mit Kaliumpermanganatlösung titrirt, welche auf Normaloxalsäure eingestellt war.«

Ein Molekül Glycerin entspricht einem Molekül Oxalsäure.

Auf den weitern Inhalt, der viel Beachtenswerthes einschliesst, sei hiemit hingewiesen.

Das Gesammtergebnis der vorliegenden Arbeit lässt sich in folgende Sätze zusammenfassen:

I. Die Glycerinbestimmung in gegorenen Flüssigkeiten, besonders im Süsswein, nach der sog. Reichsmethode ist eine höchst ungenaue, da das zur Wägung gelangende Glycerin nur etwa zu 50% aus wirklichem Glycerin besteht.

II. Als die für diesen Zweck zur Zeit geeignetste Bestimmung darf die von Toerring vorgeschlagene Methode der Destillation der glycerinhaltigen, wässrigen Flüssigkeit im luftverdünnten Raume und nachherigen Abscheidung des Glycerins als dreifacher Benzoesäure-Glycerinester, in welchem sodann, wie in dieser Arbeit dargelegt, der Glyceringehalt am besten durch Verseifung des Esters mit alkoholischer Normal-Kalilauge bestimmt wird, bezeichnet werden.

III. Die von Planchon angegebene Oxydationsmethode, in der in dieser Arbeit erwähnten Modification des Apparates, verdient für die Glycerinbestimmung von Handelsglycerinen und möglichst von organischen Verunreinigungen freien Glycerinlösungen, wegen ihrer schnellen und leichten Ausführbarkeit den Vorzug vor anderen Methoden.

Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Hofrath Professor Dr. Hilger, gestatte ich mir an dieser Stelle meinen wärmsten Dank für die Anregung zu dieser Arbeit und die mir bereitwilligst gewährte Unterstützung und Theilnahme auszusprechen.

Luftdruckerniedrigung und Wasserdampfabgabe.

Von

Dr. Fr. Nothwang.

Assistenten am hygienischen Institute zu Berlin.

Die äussern wie innern Momente, welche auf die Wasserdampfabgabe des thierischen Organismus von Einfluss sind, wurden zum grössten Theil durch die Untersuchungen Rubner's erst näher bekannt.

Unter den äussern bis jetzt noch nicht näher verfolgten, die Wasserdampfausscheidung bestimmenden Bedingungen, nennt man häufig den Barometerdruck. Directe Messungen liegen aber darüber nicht vor, weshalb es erwünscht sein dürfte, die über diesen Punkt jetzt geltende Ansicht durch experimentelle Beobachtung zu begründen.

Die Lehr- wie Handbücher der Physiologie, Klimatologie und Hygiene bezeichnen in vollkommener Uebereinstimmung mit einander den erniedrigten Luftdruck als eine Ursache vermehrter, den erhöhten Luftdruck als Ursache verminderter Wasserdampfabgabe. Wie gesagt, liegen diesen Anschauungen zwar keine speciellen Experimente, wohl aber eine Reihe praktischer Erfahrungen und bestimmte, physikalische Gesetze zu Grunde.

Wo in der Natur freies Wasser sich findet, muss dieses bei erniedrigtem Luftdruck in grösserer Quantität verdunsten als bei normalem Druck. Die Wasserverdampfungsgeschwindigkeit ist proportional dem Logarithmus eines Bruchs, dessen Zähler der Luftdruck und dessen Nenner der Luftdruck, vermindert um das Maximum der Dampfspannung ist. (Stefan.)

Für dieses Gesetz der rascheren Verdünstung können wir auf hohen Bergen unzählige Beobachtungen anführen. Ich erwähue hier nur das, was darüber Hann in seinem Lehrbuch der Klimatologie[1]) schreibt:

»Bei derselben relativen Feuchtigkeit, Temperatur und Windstärke ist auf den Höhen der Gebirge die Verdunstung viel stärker als in der Niederung infolge des verminderten Luftdrucks. Es trocknet alles viel rascher in grossen Höhen, getödtete oder gefallene Thiere mumificiren, ohne zu faulen, der Schweiss verdunstet rasch, die Haut ist trocken und spröde, das Durstgefühl wird gesteigert. Die Evaporationskraft darf deshalb uicht nach der relativen Feuchtigkeit allein beurtheilt werden. Der verminderte Luftdruk ermöglicht eine viel raschere Verbreitung des gebildeten Wasserdampfs, also eine Beschleunigung der Verdunstung.«

Hier liesse sich vielleicht noch die Thatsache anfügen, dass einer hochgradigen und gefährlichen Austrocknung auf hohen Bergen die Pflanzenwelt sich zu accomodiren scheint, indem die Pflanzen ihre wasserverduustende Oberfläche reduciren.

Eine sehr wichtige, hygienische Frage bleibt die Einwirkung der Luftdruckverminderung auf die Abgabe von Feuchtigkeit seitens der Haut und der Lungen. Man könnte meinen, der Verlust durch die Atmung dürfte keine erhebliche Rolle spielen, weil die Luft dabei stets mit Wasserdampf gesättigt austritt, auch wenn wir uns unter sehr hohem Druck befinden. Wenn also die Zeit des Aufenthalts der Luft in der Lunge bei hohem Druck ausreicht, um die Luft zu sättigen, kann die grössere Geschwindigkeit, mit welcher die Sättigung bei niedrigem Druck erfolgt, keinen weitern Einfluss üben. Wo man von einer Einwirkung des erniedrigten Luftdrucks spricht, bezieht man diese im Weseutlichen auf Vermehrung der Verdunstung der für den Luftzutritt freien Oberfläche, also auf die Haut und die freien Schleimhäute.

Ganz allgemein hält man die Vermehrung der Wasserdampfabgabe bei Menschen und Thieren auf hohen Bergen für unum-

1) Hann, Klimatologie. S. 178.

stösslich sicher[1]). Es ist auch leicht genug nachzuweisen, dass man bei Bergparthien häufig unter den quälendsten Durstsymptomen zu leiden hat. Ob dies alles aber, was der Verminderung des Luftdrucks zugeschrieben wird, ausschliesslich diesem wirklich zukommt, dürfte doch des näheren Nachweises noch bedürfen. Auf hohen Bergen pflegt, von dem jähen Wechsel der relativen Feuchtigkeit ganz abgesehen, zum mindesten die ständige Luftbewegung eine für die Austrocknung wichtige Ursache abzugeben, deren quantitative Bedeutung noch Niemand völlig abzuschätzen vermag. Sehr empfindlich werden durch die Symptome der Austrocknung die Augen, die Nasenschleimhaut und die Lippen berührt, also Theile, welche unter gewöhnlichen Verhältnissen von einer Schicht flüssigen Wassers oder Feuchtigkeit bedeckt zu sein pflegen. Bei Gletscherwanderung drängt sich als besonders häufiges Symptom des allgemeinen Wasserverlustes der Durst in um so quälender Form auf, als es oft unmöglich ist, denselben zu befriedigen; denn Gletscher- und Schneewasser pflegt man zu Trinkzwecken als ungesund und ungeeignet zu vermeiden. Dem Durste fällt aber nicht jeder in gleichem Maasse anheim. Der am meisten gequälte ist der Neuling unter den Touristen, der alle seine Kräfte aufbieten muss, um die entgegenstehenden Terrainschwierigkeiten zu überwinden, in viel geringerem Grade der geübte Bergsteiger und am wenigsten der Führer. Dies weist darauf hin, dass wesentlich die körperliche Anstrengung bei dem Zustandekommen des Durstgefühls mitwirkt, denn je nach dem Grade der Terrainvertrautheit ist dasselbe nachweislich geringer. Ja, wenn sich selbst bei länger dauernder Beobachtung an den Gebirgsbewohnern ein erhöhtes Wasserbedürfnis zeigen sollte, wäre ein solcher Befund nicht eindeutig auf die Austrocknung durch erniedrigten Luftdruck zu beziehen, sondern jedenfalls auch auf die Anstrengung, welche für jeden Verkehr besteht, und auf die intensivere Luftbewegung. Jedenfalls aber bleibt es wünschenswerth, durch directe Versuche zu zeigen, in wie weit die alleinige

1) Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. II. S. 137. — Physiologische Chemie von Hoppe-Seyler. S. 11. — Gorup Besanez, Physiologische Chemie. S. 795.

Aenderung des Luftdrucks bereits die Abdunstung von der Haut zu steigern vermag.

Die Luftdruckveränderungen, denen sich der Mensch aussetzt, sind recht wechselnde.

Robertson erreichte mittelst Luftballons i. J. 1803 die Höhe von 7170 m, Green 1838 die Höhe von 8268 m, Crocé-Spinelli und Sivel 1874 7300 m und letztere beiden mit Tissandier 8000 m = 280 mm Hg. Druck.

Minder beträchtlich, aber noch immerhin bedeutend sind die bei einigen Bergbesteigungen erklommenen Höhen.

Boussingault und Colonel Hall erstiegen den Chimborazzo (6000 m). Die Gebrüder Schlagintweit erstiegen Höhen von 6230—6882 m.

Die als Wohn- und Arbeitsplätze benützten, hochgelegenen Orte, von denen ich die bemerkenswertesten kurz hier aufzählen will, erreichen nur weit geringere Höhen.

Hospiz St. Gotthard . . .	2090 m	584,8 mm Hg.
Hospiz St. Bernhard . . .	2470 „	557,6 „ „
Dorf im Himalaya	4390 „	438,3 „ „
Thok Djalanki (in Tibet) .	4980 „	407,0 „ „
Mexico	2290 „	570,3 „ „
Quito	2910 „	521,7 „ „
La Paz	3270 „	476,7 „ „
Potosi	4165 „	450,9 „ „
Cerro de Pasco	4350 „	440,5 „ „
Bergwerke von Huancavelica	4655 „	424,0 „ „
Bergwerke von Villacota . .	5042 „	352,2 „ „

Es sinkt demnach an den höchst gelegenen Orten der Barometerdruck höchstens auf $^1/_2$ Atmosphäre und diese Grösse stellt, wie man sagen darf, den praktischen Grundwerth dar.

Die Versuche, die ich anstellen sollte, hätten zweckmässig sofort den Menschen als Versuchsobject in's Auge fassen müssen. Zu solch umfangreichen Untersuchungen fehlten dem Institute aber die Mittel, wesshalb ich Thiere zu den Experimenten benutzen musste.

Der Ausführung standen zunächst methodische Schwierigkeiten entgegen. Die Wasserdampfabgabe des unter erniedrigtem Luftdruck stehenden Thieres sollte auch in kürzeren Zeiträumen gut messbar sein. Bis jetzt hat man als zuverlässigste Methode der Wasserdampfbestimmung die Absorption und Wägung desselben in Kölbchen, die mit Bimstein und Schwefelsäure gefüllt, betrachtet. Für kürzere Zeit ist die Methode jedoch unbequem und wegen der immer erheblichen Fehler der Wiegung ungenau. Die Beseitigung der Schwierigkeiten gelang durch nachstehend beschriebenen Apparat.

Beschreibung des Apparates.

Der Einfluss des erniedrigten Luftdrucks sollte zunächst auf den gesammten Organismus untersucht werden, wie dies auch bezüglich anderer auf die Wasserdampfabgabe einwirkender Momente geschehen ist.

Der Apparat, der für meine Zwecke nach mancherlei Vorstudien angewendet wurde, besteht im wesentlichen in einem aus Metall gefertigten Thierraum, durch welchen Luft mittelst einer Wasserstrahlpumpe gesaugt wird.

Die nähere Zusammensetzung und Anordnung des Apparates ist folgende.

Die Luft, welche das Ganze zu durchsetzen hat, wird in einer Gasuhr mit 5 Liter Trommelinhalt gemessen. Nach dem Durchtritt durch die Uhr ist die Luft mit Wasserdampf vollständig gesättigt. Um diese allzu grosse Feuchtigkeit zu beseitigen, folgt auf die Gasuhr eine Trockenflasche, gefüllt mit ausgeglühten Bimssteinstückchen, die heiss in H_2SO_4 geworfen wurden. Der Schlauch, der von der Gasuhr zu diesem Trockenapparat für die Luft führt, hat vor der Flasche eine Abzweigung, so dass die Menge des zu trocknenden Antheils der Luft durch einen Quetschhahn beliebig regulirt werden kann. Hinter dieser Lufttrockenvorrichtung vereinigen sich die Schläuche wieder zu einem.

Durch die eben beschriebene Einrichtung ist es uns möglich, jeden beliebigen Grad von Luftfeuchtigkeit mit grösster Präcision herzustellen. Der Luftstrom führt dann zu einem aus Zinkblech

gefertigten Kästchen, dessen Vorder- und Hinterfläche aus Glas bestehen. In diesem Gehäuse befindet sich ein fein gearbeitetes Saussure'sches Haarhygrometer nebst einem Thermometer. Alle Fugen und Ritzen dieses Kästchens wurden durch Wachs und Siegellacklösung verstrichen und noch mit Eisenlack so lange überpinselt, bis die Prüfung mittelst eines Manometers ergab, dass das Gehäuse luftdicht verschlossen war. Das hierin eingeschlossene Hygrometer wollen wir von jetzt ab als Einstromhygrometer bezeichnen.

Dieser Theil des Apparates steht durch einen Kautschukschlauch mit dem eigentlichen Versuchsraum in Verbindung. Der Versuchsraum selbst, der auf einem eisernen Gestell ruht, ist ein cylindrischer, aus starkem Kupferblech gearbeiteter Kessel. Derselbe hat doppelte Wandungen, zwischen denen sich Wasser befindet, so dass man durch Anwärmen oder Abkühlen des Wassers leicht jede für einen Versuch nothwendige und dabei einige Zeit constante Temperatur sich herstellen kann. An der Stirnseite des Kessels, der 40 cm lang ist und 15 cm Durchmesser hat, ist derselbe offen, um hier die Versuchsthiere hineinbringen zu können. Die Oeffnung wird von 2, je 1 cm dicken, aufeinandergekitteten Glasplatten verschlossen. Vermittelst vier Schrauben können diese Platten luftdicht gegen den abgeplatteten und geschliffenen Rand der Oeffnung, der vorher noch mit Talg eingefettet wird, aufgeschraubt werden.

Im Innern befindet sich auf dem Boden ein denselben völlig bedeckender, dachrinnenartiger Behälter aus Zinkblech mit einem Drahtgitter. Dieser Behälter wird vor den Versuchen mit Oel gefüllt, um Harn und Koth der Thiere aufzufangen und so eine etwaige Wasserabgabe von ihrer Seite unmöglich zu machen. Der Kubikinhalt des Kessels beträgt etwa 7 l. Von diesem Kessel leitet ein Schlauch die Luft weiter zu einem aus starkem Kupferblech gearbeiteten Kästchen, an dessen vorderer Wand eine hinreichend grosse Oeffnung ausgespart ist, die durch eine 1 cm dicke Glasplatte verschlossen ist. Diese Glasscheibe ermöglicht die Ablesung des im Innern befindlichen Saussure'schen Haarhygrometers und eines Thermometers. Dieses Instrument wollen

wir als Abstromhygrometer bezeichnen. Auch dieses Gehäuse, dessen Deckel mit 6 Schrauben fest aufgeschraubt werden kann, wurde in allen seinen Fugen durch Mennigekitt und Eisenlack verschlossen und bei einem negativen Druck von 380 mm Hg solange geprüft, bis es sich als vollkommen luftdicht verschlossen erwies. Durch einen Schlauch steht dieser Theil des Apparates in Verbindung mit einem Manometer. Dasselbe besteht aus einer circa 3/4 cm weiten Glasröhre von etwa 1 m Höhe, die in ein Gefäss mit Quecksilber taucht. An das obere Ende der Röhre ist ein **T** stück angefügt. Hinter dem Glasrohr befindet sich eine Skala mit Centimetereintheilung, die es erlaubt, direct den vorhandenen negativen Druck abzulesen. Von diesem Manometer führt eine Verbindung zu einer grossen Wasserstrahlpumpe, vermittelst welcher die für die Versuche nöthige Ventilationsluft durch den ganzen Apparat gesaugt wird.

Um in dem so beschriebenen Apparat einen künstlichen negativen Druck im Versuchsraum zu erzeugen, wird durch einen Schraubenquetschhahn der Verbindungsschlauch zwischen Einstromhygrometer und Kessel comprimirt und nun Luft durchgesaugt. Es entsteht hinter der Compressionsstelle, also im Kessel und Abstromhygrometer ein luftverdünnter Raum, der durch geeignete Regulirung am Quetschhahn leicht erhöht oder erniedrigt werden kann.

Vergleichung der Hygrometer.

Ehe wir mit diesem Apparate aber daran gehen konnten, an Thieren Versuche anzustellen, mussten wir erst damit Controllversuche machen, um zu sehen, ob er auch den an ihn gestellten Forderungen entsprechen würde.

Eine Vorbedingung für diese Controlversuche war noch die Vergleichung der Hygrometer unter einander.

Nachdem die Instrumente für 100° controlliert waren, wurde längere Zeit Luft durch den Apparat gesaugt, wobei das Einstromhygrometer auf einen bestimmten Grad relativer Feuchtigkeit eingestellt wurde. Nach einiger Zeit wurde dann der Stand des Abstromhygrometers abgelesen und ebenso die Temperatur. Da die Temperaturen im Einstrom wie Abstrom verschieden

waren, berechneten wir die Ablesungen auf gleiche Temperatur wobei wir diejenige des Einstroms zu Grunde legten. In dieser Weise wurden die Instrumente von 10 zu 10° in aufsteigender, wie absteigender Reihe mehrmals verglichen und aus den daraus gewonnenen Werthen die Mittelzahlen gebildet. Die bei gewöhnlichem Druck und gleicher Temperatur erhaltenen Zahlen sind folgende:

Einstrom	Abstrom
20%	20,6%
30 „	31,8 „
40 „	41,2 „
50 „	51,0 „
60 „	59,6 „
70 „	67,5 „
80 „	75,1 „
90 „	84,1 „

Sobald aber die Hygrometer unter verschiedenem Druck stehen, d. h. wenn die das Gehäuse der Instrumente durchziehenden Luftmengen ungleiches Volumen haben, differiren sie. Wenn wir uns nämlich den Luftdruck auf die Hälfte erniedrigt denken, so wird, da nur das Abstromhygrometer sich in dieser verdünnten Luft befindet, dasselbe wesentlich niedrigere Angaben machen müssen. Die Luft wird unter dem halben Druck auf das doppelte Volumen ausgedehnt, während die absolute Menge der vorhandenen Feuchtigkeit die gleiche bleibt Letztere auf den doppelt so grossen Raum von gleicher Temperatur vertheilt, müsste offenbar die relative Feuchtigkeit auf die Hälfte sinken machen. Dass dem wirklich so ist, ergibt sich aus den Ergebnissen der Hygrometervergleichungen bei 397,3 mm Hg und 577,3 mm Hg.

a) bei 577,3 mm Hg Druck.

Einstrom	Abstrom beobachtet	Abstrom berechnet
30% relativer Feuchtigkeit	24,4%	22,9%
60 „ „ „	46,0 „	45,7 „
80 „ „ „	58,8 „	61,0 „
90 „ „ „	66,1 „	68,6 „

b) bei 397,3 mm Hg. Druck.

Einstrom	Abstrom beobachtet	Abstrom berechnet
30%	16,1%	15,8%
60 „	31,2 „	31,7 „
80 „	42,3 „	42,2 „
90 „	46,6 „	47,5 „

Auf Grund dieser Vergleichungen wurden späterhin alle Beobachtungen corrigirt, wie man solche Correctionen auch für zwei ungleich functionirende Thermometer vornimmt. Diese Vergleichungen müssen, wenn grössere Zeitintervalle dazwischen liegen, wiederholt werden, da sich Aenderungen ausbilden können. In den vorstehenden Tabellen ist auch eingetragen, welchen Grad von relativer Feuchtigkeit man auf Grund der Luftverdünnung hätte erwarten müssen, wobei sich Werthe fanden, die mit den direct gefundenen gut übereinstimmen. Sinkt der Luftdruck auf die Hälfte, so ist das Volumen der Luft doppelt so gross, also die relative Feuchtigkeit gleich der Hälfte jener bei normalem Druck. Will man demnach etwa die bei 380 mm Hg. gefundene Feuchtigkeit auf Luft von 760 mm beziehen, so hat man sie doppelt so gross zu rechnen, das Volumen der Luft aber nur halb so gross.

Die Controlversuche.

Die Ausführung dieser Versuche verlief in folgender Weise:

Zwischen Kessel und Einstromhygrometer schaltete ich zwei luftdicht verschlossene, mit kleinen Bimssteinstückchen und Wasser gefüllte Kölbchen derart ein, dass die Luft durch diesen Befeuchtungsapparat streichen musste. Die Kölbchen, deren Gewicht vor Beginn jedes Versuchs bis auf 0,01 g genau bestimmt war, wurden bei Schluss wieder gewogen und so festgestellt, wie viel von dem Wasser die Luft mit sich weggenommen hatte.

Solche Versuche, deren Dauer immer je eine Stunde betrug, stellte ich einmal bei gewöhnlichem Druck und dann bei einem solchen von 380 mm Hg. an.

Im Folgenden will ich mit einigen Worten den Gang eines solchen Versuchs mittheilen.

Zuerst wurde der Apparat für sich ventilirt, d. h. solange Luft von bestimmter Feuchtigkeit durchgeleitet, bis Einstrom- und Abstromhygrometer dieselbe relative Feuchtigkeit anzeigten. Die Temperatur im Kessel hielten wir auf 20° C. Jetzt schaltete ich die oben erwähnten Kölbchen ein und liess eine Stunde lang den Apparat mit Luft durchsetzen.

Alle 10 Minuten fanden Ablesungen der beiden Hygrometer und Thermometer statt. Ausserdem wurde noch die Ventilationsluft vermittelst Ablesungen der Gasuhr bei Beginn und Schluss bestimmt.

Functionirte der Apparat richtig, so musste die Zahl, die uns durch Wiegung den directen Gewichtsverlust der Kölbchen angab, übereinstimmen mit dem Werth, den wir aus den Hygrometerablesungen und der Ventilation ermittelten. Die Berechnung hiefür ist folgende: Aus den Ablesungen stellte ich die Mittelwerthe für Temperatur und relative Feuchtigkeit fest sowohl im Einstrom und Abstrom und corrigirte die Werthe der Feuchtigkeit nach deu Tabellen unserer Hygrometervergleichungen. Nach der Tabelle von Kohlrausch berechnete ich den Gehalt von Einstrom-, wie Abstromluft an Wasserdampf pro Cubikmeter und bildete daraus die Differenz. Da aber bei unsern Versuchen nur ein Theil eines Cubikmeters Luft den Apparat passirt hatte, musste ich die gefundene Differenz noch multipliziren mit der Ventilationsmenge. Die so resultirende Zahl ergibt den Gewichtsverlust der Kölbchen. Die im Nachstehenden angeführten Versuchsresultate zeigen uns, dass die Methode der hygrometrischen Wasserdampfbestimmung eine gute und genaue ist.

Controlversuch I (bei normalem Druck).

Temperatur- und Hygrometerablesungen.

Nummer der Ablesung		relative Feuchtigkeit in %	Temperatur
1.	I.*	30	18,6
	II.**	85	18,0
2.	I.	30	18,6
	II.	93	18,0

* = Einstrom. ** = Abstrom.

Nummer der Ablesung		Relative Feuchtigkeit in %	Temperatur
3.	I.	30	18,6
	II.	93	18,0
4.	I.	30	18,6
	II.	92	17,9
5.	I.	30	18,5
	II.	91	17,9
6.	I.	30	18,4
	II.	89	17,9

Die Ventilation betrug 140 l.

Mittelwerthe aus den 6 Ablesungen.

	Relative Feuchtigkeit.	Temperatur.
I.	30 %	18,6
II.	96,8 %	17,9

Ausrechnung des Versuchs.

Abstrom. Bei 17,9° C.[1]) sind bei voller Sättigung der Luft in 1 cbm Luft 15,04 g Wasserdampf, davon 96,8 % = 14,57 g

Einstrom. Bei 18,6° C.[1]) sind bei voller Sättigung in 1 cbm 15,76 g Wasserdampf enthalten; davon 30 % = 4,72 g

Differenz 9,85 g

9,85 · 0,14 = 1,38 g Wasserdampf,

durch Wiegung 1,37 g „

Controlversuche (bei normalem Druck).

Mittelwerthe Einstrom T.	Mittelwerthe Einstrom r. F.	Mittelwerthe Abstrom T.	Mittelwerthe Abstrom r. F.	Barometer	Absolute Menge H_2O pro cbm Einstrom g	Absolute Menge H_2O pro cbm Abstrom g	Differenz g	Ventilation l	Gewichtsverlust der Kölbchen berechn.	Gewichtsverlust der Kölbchen gewogen
19,5	30%	18,5	88,3	760	5,01	13,82	8,81	130	1,15	1,17
18,8	30 „	18,2	96,9	760	4,79	14,84	10,05	110	1,11	1,16
18,7	30 „	18,0	92	760	4,76	13,89	9,13	110	1,00	1,00
18,6	30 „	17,7	97,6	760	4,72	14,56	9,84	145	1,43	1,43
18,7	30 „	18,0	98,2	760	4,76	14.83	10,07	140	1,41	1,40

1) Die geringen Volumendifferenzen durch Schwankung der Temperatur können vernachlässigt werden.

Controlversuch II (bei 380 mm Hg Druck).

Temperatur- und Hygrometerablesungen.

	Nummer der Ablesungen.	Relative Feuchtigkeit.	Temperatur.
1.	I.	30 %	15,7
	II.	96 „	14,8
2.	I.	30 „	15,8
	II.	94 „	15,1
3.	I.	30 „	16,0
	II.	86 „	15,2
4.	I.	30 „	16,0
	II.	73 „	15,2
5.	I.	30 „	16,2
	II.	72 „	15,3
6.	I.	30 „	16,2
	II.	69 „	15,3.

Ventilation = 165 l!

Mittelwerthe aus den 6 Ablesungen.

	Relative Feuchtigkeit	Temperatur
I.	30 %	16,0
II.	81,7 % = 163,4 %	15,2

Ausrechnung des Versuchs.

Abstrom. Bei 15,2° C. sind bei voller Sättigung in 1 cbm Luft 12,96 g Wasserdampf; davon 163,4 % = 21,18 g.

Einstrom. Bei 16° C. sind voller Sättigung in 1 cbm Luft 13,6 g Wasserdampf; davon 30 % = 4,08 g

Differenz 17,10 g.

17,1 · 0,165 = 2,82 g, durch Wiegung 2,82 g.

Controlversuche (bei 380 mm Hg).

Mittelwerthe Einstrom T.	Einstrom r. F.	Abstrom T.	Abstrom r. F.	Barometer	Absolute Menge H_2O pro cbm Einstrom	Ab-strom	Differenz	Ventilation l	Gewichtsverlust der Kölbchen berechn.	gewogen
18,1	30%	17,4	164,4	380	4,56	24,33	19,67	145	2,85	2,87
18.5	30 „	17,7	147,6	380	4,69	22,02	17,33	131,5	2,28	2,28
16,2	30 „	15,1	169	380	4,13	21,77	17,64	136,5	2.41	2,40
17,8	30 „	16,9	163,6	380	4,49	23,57	19,08	143	2,73	2,75
18,2	30 „	17,3	137,4	380	4,59	20,17	15,58	140	2,18	2,20

Aus vorstehenden Tabellen ergibt sich mit grosser Klarheit die Brauchbarkeit unseres Apparates und der neuen Methode.

Es muss daher die hygrometrische Methode der Wasserdampfbestimmung eine ganz vorzügliche genannt werden, wo es gilt, für kurze Zeiträume und für kleine Wasserdampfmengen die Bestimmung auszuführen. Dieselbe ist aufserordentlich leicht anwendbar und wird sich sicherlich bald in umfassender Weise für hygienische Untersuchungen einbürgern.

Wenn Saussure einst sagte, die Methodik der Feuchtigkeitsbestimmung werde wieder zu seinem einfachen Hygrometer zurückgreifen, so waren dies prophetische Worte, die sich heute erfüllen.

Die Thierversuche.

Bei unseren Thierversuchen mit wechselndem Luftdruck war es von grösster Bedeutung, alle die Wasserdampfabgaben ändernden Bedingungen gleichzuhalten, abgesehen von dem Ernährungszustand, also die Temperatur, die Feuchtigkeit und die zur Ventiation benutzte Luftmenge. Bei kurz dauernden Versuchen hat man namentlich auch auf die Menge des am Thiere haftenden Wassers, z. B. durch die Benetzung mit Harn Bedacht zu nehmen. Fast ausschliesslich — das Gegentheil davon wird besonders bemerkt werden — habe ich die Thiere vor den Versuchen getrocknet, indem sie 12 bis 16 Stunden in einem mit künstlich getrockneter Luft ventilirten Raum belassen wurden.

Unsere Versuche beziehen sich sämmtlich zwar auf gefütterte Meerschweinchen, doch erhielten diese unmittelbar vor dem Versuch keine Nahrung gereicht. Im allgemeinen wäre es ja erwünschter, eine gleichmässige Ernährung mit gewogener Futtermenge durchzuführen.

Bei den Pflanzenfressern, die wir jedoch aus früher erwähnten Gründen verwenden mussten, verbot sich eine derartige Fütterung ganz von selbst. Es lässt sich beweisen, dass die vielleicht nicht absolut gleichmässige, dem Nahrungsbedürfnisse überlassene Ernährung meine Versuchsreihen nicht weiter influirt.

Ueber die zeitlichen Schwankungen der Wasserdampfausscheidung.

Die Absicht unserer zum Nachweis des Einflusses des Luftdrucks auf die Wasserdampfabgabe angestellten Versuche war die, Reihen mit niedrigem und solche mit normalem Druck wechseln zu lassen. Diese Anordnung setzt aber voraus, dass nicht aus irgendwelchen anderen, uns unbekannten Gründen bei den Thieren ein typisches Schwanken der Wasserdampfausscheidung vorhanden sei. Um diese Frage zu prüfen, habe ich Meerschweinchen bei gleicher Temperatur, Ventilation und Luftfeuchtigkeit auf ihre Wasserabgabe untersucht und zwar wurden fünf solcher Versuche mit zehnstündiger Dauer, die wohl auch von allgemeinem, physiologischem Interesse sind, durchgeführt. (Bei der Versuchsreihe vom 6. X. 90 kam insofern ein Versehen vor, als nicht eine relative Feuchtigkeit von 15%, sondern von 30% im Einstrom innegehalten wurde.) Da unsere Experimente zu sehr verschiedenen Zeiten stattfanden, konnten wir dabei nicht ein und dasselbe Thier benutzen. Im ganzen wurden an drei Meerschweinchen, die ich mit Nr. I, II und III bezeichnen will, experimentirt.

Zur Beurtheilung dieser Resultate wird man erwägen müssen, dass die Wasserdampfausscheidung bei den Thieren im allgemeinen schwankender ist, als die übrigen respiratorischen Grössen und die Wärmeabgabe, sowie dass ihre Werthe unter mannigfachen Umständen und variirten Aussenbedingungen selbst um ein Mehrfaches schwanken können. Mit Rücksicht hierauf wird man bei meinen Versuchsergebnissen finden, dass die Wasserdampfausscheidung sogar als gleichmässig bezeichnet werden darf. Die stündlichen Mengen differiren nur unerheblich. In der Regel findet man in der ersten Stunde des Versuchs eine etwas vermehrte Wasserabgabe, die uns auch bei vielen anderen, im Laboratorium ausgeführten Experimenten aufgefallen ist. In erster Linie wird man an eine Austrocknung des Thiers denken, was aber nicht zutreffend erscheint, weil ja die Thiere vorgetrocknet waren und weil man bei Thieren, die in nicht sehr trockener Luft untersucht werden, das Gleiche bemerkt. Mehr Wahrscheinlichkeit hat es für sich, wenn man diese Mehrung begründet

sieht in einer gewissen, psychischen Alteration des Thiers unmittelbar nach dem Betreten des Käfigs, als deren Ausdruck eine gesteigerte Frequenz der Athmung vorauszusetzen wäre.

Indem ich die Ergebnisse in nachfolgenden Tabellen zusammenstelle und den absoluten Werthen über die Wasserabgabe die für 1 kg Lebendgewicht berechneten beifüge, ergibt sich folgendes:

Versuch vom 6. X. 90.

(Temperatur im Kessel 20° C. — Das Meerschweinchen wog 443 g.) Nr. I (nicht getrocknet).

Zeit	Mittelwerthe Einstrom		Mittelwerthe Abstrom		B.	Absolute Menge H_2O pro cbm		Differenz	Ventilation	Wirkliche Wasserdampfabgabe	Wasserdampf pro Kilo i. 1 Std
	T.	r. F.	T.	r. F.		Abstrom	Einstrom		l		
1. Std.	15,3	30%	14,0	73,8	760	8,87	3,91	4,96	125	0,62	1,49
2. Std.	16,0	30 „	14,8	63,92	760	8,00	4,08	4,00	125	0,50	1,13
3. Std.	16,0	30 „	14,9	60,3	760	7,68	4,08	3,60	125	0,45	1,02
4. Std.	16,3	30 „	15,2	62,3	760	8,07	4,16	3,91	125	0,49	1,10
5. Std.	16,7	30 „	15,6	58,3	760	7,74	4,27	3,47	125	0,43	0,98
6. Std.	17,0	30 „	15,9	59,4	760	8,21	4,35	3,86	125	0,48	1,09
7. Std	17,2	30 „	16,2	60,0	760	8,27	4,39	3,88	125	0,49	1,09
8. Std.	17,3	30 „	16,3	65,3	760	9,06	4,40	4,66	125	0,58	1,31
9. Std.	17,4	30 „	16,4	61,1	760	8,70	4,42	4,28	125	0,54	1,28
10 Std.	17,4	30 „	16,4	62,2	760	8,68	4,42	4,26	125	0,53	1,20

Versuch vom 20. X. 90.

(Temperatur im Kessel 20° C. — Das Meerschweinchen wog 430 g.) Nr. II.

Zeit	Mittelwerthe Einstrom		Mittelwerthe Abstrom		B.	Absolute Menge H_2O pro cbm		Differenz	Ventilation	Wirkliche Wasserdampfabgabe	Wasserdampf pro Kilo i. 1 Std.
	T.	r. F.	T.	r. F.		Abstrom	Einstrom		l		
1. Std.	10,3	15%	9,5	81,2	760	7,39	1,44	5,95	120	0,71	1,66
2. Std.	11,3	15 „	10,3	73,8	760	7,07	1,53	5,54	120	0,66	1,55
3. Std.	11,5	15 „	10,7	66,6	760	6,54	1,55	4,99	120	0,60	1,39
4. Std.	11,6	15 „	10,9	62,3	760	6,19	1,55	4,64	116	0,54	1,25
5. Std.	11,6	15 „	10,9	67,5	760	6,71	1,55	5,16	120	0,62	1,44
6. Std.	11,4	15 „	10,9	74,7	760	7,43	1,54	5,89	116,5	0,68	1,60
7. Std.	11,6	15 „	11,1	66,1	760	6,65	1,55	5,10	115	0,59	1,36
8. Std.	11,8	15 „	11,3	55,9	760	5,70	1,57	4,13	120	0,50	1,15
9. Std.	12,3	15 „	11,8	55,2	760	5,78	1,62	4,16	122,5	0,51	1,19
10.Std.	13,1	15 „	12,7	57,8	760	6,41	1,71	4,70	117,5	0,55	1,28

Versuch vom 17. X. 90.

(Temperatur im Kessel 20° C. — Das Meerschweinchen [getrocknet] wog 454 g). Nr. II.

Zeit	Mittelwerthe Einstrom T.	Mittelwerthe Einstrom r. F.	Mittelwerthe Abstrom T.	Mittelwerthe Abstrom r. F.	B.	Absolute Menge H_2O pro cbm Abstrom	Absolute Menge H_2O pro cbm Einstrom	Differenz	Ventilation l	Wirkliche Wasserdampfabgabe	Wasserdampf pro Kilo i. 1 Std.
1. Std.	10,7	15%	10,2	66,8	760	6,36	1,47	4,89	125	0,61	1,35
2. Std.	11,1	15 „	10,3	60,1	760	5,76	1,51	4,25	120	0,51	1,12
3. Std.	11,7	15 „	10,8	67,6	760	6,68	1,56	5,12	120	0,61	1,35
4. Std.	12,3	15 „	11,3	57,3	760	5,83	1,62	4,21	120	0,51	1,11
5. Std.	12,8	15 „	11,7	57,8	760	6,02	1,67	4,35	120	0,52	1,15
6. Std.	12,5	15 „	11,7	58,4	760	6,09	1,64	4,45	120	0,53	1,18
7. Std.	12,3	15 „	11,7	55,7	760	5,80	1,62	4,18	120	0,50	1,10
8. Std.	12,5	15 „	11,8	53,4	760	5,60	1,64	3,96	120	0,48	1,05
9. Std.	12,6	15 „	11,8	49,7	760	5,20	1,65	3,56	115	0,41	0,90
10. Std.	12,3	15 „	11,8	51,10	760	5,36	1,62	3,74	120	0,45	0,99

Versuch vom 7. X. 90.

(Temperatur im Kessel 20° C. — Das Meerschweinchen I wog 439 g.)

Nr. I.

Zeit	Mittelwerthe Einstrom T.	Mittelwerthe Einstrom r. F.	Mittelwerthe Abstrom T.	Mittelwerthe Abstrom r. F.	B.	Absolute Menge H_2O pro cbm Einstrom	Absolute Menge H_2O pro cbm Abstrom	Differenz	Ventilation l	Wirkliche Wasserdampfabgabe	Wasserdampf pro Kilo i. 1 Std.
1. Std.	15,5	30%	14,3	124,1	380	3,96	15,19	11,23	105	1,18	2,69
2. Std.	15,7	30 „	14,6	103,2	380	4,01	12,88	8,87	105	0,93	2,12
3. Std.	16,0	30 „	15,0	92,8	380	4,08	11,88	7,80	105	0,82	1,86
4. Std.	17,2	30 „	15,9	77,6	380	4,39	10,49	6,10	105	0,64	1,46
5. Std	17,3	30 „	16,2	76,04	380	4,40	10,48	6,08	105	0,64	1,45
6. Std.	17,5	30 „	16,4	76,4	380	4,44	10,67	6.23	105	0,65	1,49
7. Std.	17,4	30 „	16,5	78,6	380	4,42	11,04	6,82	105	0,72	1,63
8. Std.	17,5	30 „	16,6	75,8	380	4,44	10,72	6,28	105	0,66	1,50
9. Std.	17,4	30 „	16,5	75,6	380	4,42	10,62	6,20	105	0,65	1,48
10 Std	17,3	30 „	16,4	71,4	380	4,40	9,97	5,57	105	0,58	1,33

Versuch vom 16. X. 90.

(Temperatur im Kessel 20° C. — Das Meerschweinchen wog 504 g).

Nr. II.

Zeit	Mittelwerthe Einstrom T.	Einstrom r. F.	Abstrom T.	Abstrom r. F.	B.	Absolute Menge H_2O pro cbm Ein-strom	Ab-strom	Differenz	Ventilation Str.	Wirkliche Wasserdampfabgabe	Wasserdampf pro kg i. 1 Std.
1. Std.	12,3	30%	11,5	109,2	380	3,24	11,25	8,01	106,5	0,85	1,69
2. Std.	13,4	30 „	12,3	81,0	380	3,47	8,76	5,29	105	0,56	1,10
3. Std.	13,4	30 „	12,4	83,2	380	3,47	9,05	5,58	105	0,59	1,17
4. Std.	13,7	30 „	12,7	86,6	380	3,54	9,60	6,06	105	0,64	1,26
5. Std	14,0	30 „	12,9	91,8	380	3,60	10,31	6,71	105	0,70	1,40
6. Std.	13,8	30 „	12,8	98,2	380	3,56	10,96	7,40	105	0,78	1,54
7. Std.	13,2	30 „	12,4	102,2	380	3,43	11,12	7,69	105	0,81	1,60
8. Std.	13,2	30 „	12,4	92,8	380	3,43	10,10	6,67	101,5	0,68	1,34
9. Std.	13,2	30 „	12,4	91,6	380	3,43	9,97	6,54	105	0,69	1,36
10.Std.	13,5	30 „	12,7	93,2	380	3,50	10,34	6,84	105	0,72	1,42

Versuch vom 21. X. 90.

(Temperatur im Kessel 20° C. — Das Meerschweinchen wog 420 g).

Nr. II.

Zeit	Mittelwerthe Einstrom T.	Einstrom r. F.	Abstrom T	Abstrom r. F.	B.	Absolute Menge H_2O pro cbm Ein-strom	Ab-strom	Differenz	Ventilation Str.	Wirkliche Wasserdampfabgabe	Wasserdampf pro kg i. 1 Std.
1. Std.	19,0	30%	18,6	81,4	380	4,86	12,86	8,00	107,5	0,86	2,06
2. Std.	18,6	30 „	18,7	69,0	380	4,74	10,97	6,23	103,75	0,65	1,54
3. Std.	18,6	30 „	18,5	63,2	380	4,74	9,92	5,18	105	0,54	1.29
4. Std.	17,9	30 „	17,6	71,6	380	4,51	10,64	6,13	105	0,64	1,53
5. Std.	17,5	30 „	17,2	68,6	380	4,44	10,03	5,59	107,5	0,60	1,45
6. Std	18,2	30 „	17,8	66	380	4,60	9,89	5,29	105	0,56	1,32
7 Std.	19,1	30 „	18,7	65,6	380	4,89	10.43	5,54	110	0,61	1,45
8. Std	19,3	30 „	19,2	69,2	380	4,95	11,35	6,20	111	0,71	1,69
9. Std.	19,2	30 „	19,3	71,4	380	4,92	11,78	6,86	111,5	0,76	1,82

Da es vielleicht von Interesse sein mag, über die Mittelwerthe der Wasserdampfausscheidung des Meerschweinchens einige Zahlen zu besitzen, so habe ich diese Werthe in nachfolgenden Tabellen eingetragen.

Zeit des Versuchs	Dauer des Versuchs	Barometerdruck	Körpergewicht des Thiers	Wasserdampf absolut		Wasserdampf pro kg	
				in 10 Stdn.	im Mittel pro 1 Std	in 10 Stdn.	im Mittel pro 1 Std.
			g	g	g	g	g
6. X. 90	10 Std.	760	443	5,11	0,51	11,69	1,17
17. X. 90	10 Std.	760	445	5,13	0,51	11,30	1,13
20. X. 90	10 Std.	760	430	5,96	0,60	13,87	1,39

Zeit des Versuchs	Dauer des Versuchs	Barometerdruck	Körpergewicht des Thiers	Wasserdampf absolut		Wasserdampf pro kg	
				in 10 Stdn.	im Mittel pro 1 Std.	in 10 Stdn.	im Mittel pro 1 Std.
			g	g	g	g	g
7. X. 90	10 Std.	380	439	7,47	0,75	17,01	1,70
16. X. 90	10 Std.	380	504	7,02	0,70	13,88	1,39
21. X. 90	10 Std.	380	420	6,60	0,66	15,72	1,57

Da die einzelnen Versuchsreihen insgesammt unter denselben Versuchsbedingungen ausgeführt worden sind, wird es erlaubt sein, einen Durchschnittswerth für die einzelnen Stunden zu bilden.

Bei gewöhnlichem Druck:

in der 1. Stunde	1,51 g	Wasserdampf pro kg
„ „ 2. „	1,34 „	
„ „ 3. „	1,37 „	
„ „ 4. „	1,18 „	
„ „ 5. „	1,30 „	
„ „ 6. „	1,39 „	
„ „ 7. „	1,23 „	
„ „ 8. „	1,10 „	
„ „ 9. „	1,05 „	
„ „ 10. „	1,14 „	

Bei 380 mm Barometerdruck:

in der 1. Stunde	2,15 g	Wasserdampf pro kg
„ „ 2. „	1,59 „	
„ „ 3. „	1,44 „	
„ „ 4. „	1,42 „	
„ „ 5. „	1,43 „	

in der 6. Stunde	1,45 g	Wasserdampf pro kg
„ „ 7. „	1,56 „	
„ „ 8. „	1,51 „	
„ „ 9. „	1,55 „	
„ „ 10. „	1,38 „	

Die Wasserdampfausscheidung scheint demnach bei mittlerer Kost der Meerschweinchen und wenn die Fütterung den Experimenten nicht unmittelbar vorausgeht, recht gleichmässig. Diese Beobachtung steht mit anderen physiologischen Thatsachen in gutem Einklang.

Feder und Rubner haben bei dem hungernden oder mit stickstofffreien Stoffen gefütterten Fleischfresser die ausserordentliche Gleichmässigkeit der Stickstoffausscheidung zeigen können und Rubner that für die Fettzersetzung und Kohlensäureausscheidung in kürzeren Zeiträumen das Gleiche dar. Auch von der Wärmebildung der Kaninchen und Hunde ist uns durch die Arbeiten des Instituts der gleichmässige Ablauf bekannt.

Die in meinen Versuchen zum Ausdruck gelangte, für kleinere Zeiträume gleichbleibende Wasserabgabe zeigt, dass wir in der Lage sind, in kurzdauernden Versuchen den Einfluss anderer, bisher nicht näher studirter Factoren auf die Wasserdampfausscheidung kennen zu lernen.

Ventilation, Temperatur, Luftfeuchtigkeit.

Wir haben im Vorstehenden den Beweis erbracht, dass man unter Einhaltung gewisser Bedingungen, d. h. unserer gewählten Versuchsanordnung zu einer befriedigenden, gleichmässigen Wasserdampfausscheidung kommen kann.

Ehe ich an meine besondere, mir gestellte Aufgabe gehe, möchte ich noch auf Grund des experimentellen Materials zeigen, wie alle jene Einflüsse auf die Wasserdampfausscheidung, welche Rubner zumeist in 24stündigen Versuchen zuerst kennen gelehrt hat, auch für meine kürzer währenden Versuche gelten. Auch schien es mir von vornherein wünschenswerth, gerade mit dem von mir angewandten Apparat die Grösse der einzelnen Fehlermöglichkeiten zu erheben.

Die in Frage kommenden Einflüsse waren:

1. die etwa wechselnde Grösse der Ventilation,
2. der Wechsel der Lufttemperatur,
3. der Wechsel der Luftfeuchtigkeit.

Die Ventilationsgrösse eines Versuchsraums kann namentlich dann, wenn es sich um eine geringe Lufterneuerung handelt, die Wasserdampfausscheidung beeinflussen, weil die Spannung des Wasserdampfs im Versuchsraum eine Aenderung erfährt. Um die Grösse einer solchen Einwirkung kennen zu lernen und also die etwaige Beeinflussung der Resultate durch diesen Factor kennen zu lernen, seien hier einige Versuchsreihen mit verschiedener Luftgeschwindigkeit vorausgeschickt. Es ist allerdings durchaus nicht mein Wunsch, die allgemein wichtige Frage der Luftgeschwindigkeit damit in Angriff zu nehmen, dies sei vielmehr andern in unserm Laboratorium bereits unternommenen Experimenten vorbehalten. Nur für die allgemeine Beurtheilung sind die Ergebnisse von Wichtigkeit, da sie zeigen, wie sorgfältig auch unter Umständen die Luftgeschwindigkeit regulirt werden muss, wenn man zu brauchbaren Resultaten kommen will.

Zeit u. Dauer des Versuchs	Mittelwerthe				B.	Absolute Menge H_2O pro cbm		Differenz	Ventilation	Absoluter Wasserdampf	Wasserdampf pro kg i. 1 Std.
	Einstrom		Abstrom								
	T.	r. F.	T.	r. F.		Einstrom	Abstrom				
		%		%						g	g
1. Std.	19,0	15	19,5	47,4	760	2,43	7,92	5,49	130	0,71	1,71
2. Std.	19,0	15	20,1	52	760	2,43	9,00	6,57	260	1,71	4,08
3. Std	18,7	15	19,4	60,5	760	2,38	10,04	7,66	130	1,00	2,38
4. Std.	18,2	15	18,6	46,2	760	2,30	7,28	4,98	260	1,29	3,10

Es steigt also die Wasserdampfabgabe bei doppelter Ventilation um etwa 75%; während sie bei einer Ventilation von 130 l in der Stunde 2,05 g pro kg im Mittel beträgt, erhebt sich die Wasserabgabe bei doppelter Ventilation auf 3,59 g. Nimmt man zur Mittelbildung auch nur die Werthe von der dritten und vierten Stunde, so gibt sich bei vermehrter Ventilation immerhin noch ein Plus von 30,3%.

Solche Resultate erhielt ich auch noch bei einer andern Reihe von Versuchen, die allerdings insofern etwas abweichen, als hier

ausser der doppelten Ventilation auch der verminderte Luftdruck mit eine Rolle spielt.

Datum des Versuchs	760 Bdr.	380 Bdr. (Doppelte Ventilation)	Zuwachs in %
29. IX. 90	1,46	2,61	70%
30. IX. 90	0,96	1,83	
30. IX. 90	0,96	1,97	
17. XI. 90	1,38	2,28	
19. XI 90	1,33	1,96	
26. XI. 90	1,26	2,03	
29. XI. 90	1,74	2,83	
im Mittel	1,30	2,21	

Daraus folgt die Nothwendigkeit der sorgfältigen Regulirung der Luftgeschwindigkeit in den Experimenten gedachter Richtung. Wie aus den spätern Zahlen sich ergeben wird, haben wir auf absolute Gleicherhaltung der Ventilationsgrösse stets unser Augenmerk gelenkt.

Die Temperaturschwankungen lassen, wie Rubner durch eingehende Versuche gezeigt hat, eine sehr erhebliche Einwirkung auf die Wasserdampfausscheidung erkennen. Zur Orientirung habe ich solche Versuche mit Variation der Temperatur auch mit dem von mir verwendeten Apparate augestellt und, wie die nachfolgenden Tabellen erkennen lassen, auch den Einfluss derselben erweisen können.

Temperatur	Wasserdampf b 760		Wasserdampf b 380		Mittel des Wasserdampfs b 760		Mittel des Wasserdampfs b 380	
	absolut	pro kg	absolut	pro kg	absolut	pro kg	absolut	pro kg
10° C.	0,37	0,76	0,79	1,64	0,33	0,69	0,86	1,81
10° C.	0,29	0,62	0,93	1,98				
20° C.	0,62	1,25	1,47	2,99	0,55	1,11	1,29	2,61
20° C.	0,48	0,97	1,10	2,24				
30° C.	0,75	1,71	1,21	2,79	0,74	1,70	1,25	2,88
20° C.	0,73	1,68	1,28	2,96				

Die meiste Schwierigkeit würde im Allgemeinen die Regulation der relativen Feuchtigkeit bieten. Gerade ihre Variationen

sind es, welche die Grösse der Wasserdampfabgabe so ungeheuer beeinflussen. Wie erheblich gerade in ganz kurzdauernden Versuchen die Werthe der Wasserabgabe eines lebenden Thieres mit dem Feuchtigkeitsgrade der Luft wechseln, werden die Zahlen, welche ich in folgender Tabelle zusammenstelle, darthun.

Normaler Druck.

Relative Feuchtigkeit im Kessel	Wasserdampf	
	in g pro Stunde	in g pro kg und Stunde
10%	0,74	1,64
30 „	0,54	1,14
50 „	0,25	0,51
73 „	0,21	0,45

Luftdruckerniedrigung.

Relative Feuchtigkeit im Kessel	Wasserdampf	
	in g pro Stunde	in g pro kg und Stunde
5%	1,21	2,76
15 „	1,25	2,54
25 „	0,97	1,99
37 „	0,46	0,98

Wir haben in unsern Versuchen die grösste Sorgfalt auf die Regulirung der relativen Feuchtigkeit verwendet und haben es auch erreicht, dass kleine Schwankungen vermieden blieben. Die Mischung von feuchter und trockener Luft wurde genau nach den Angaben des Einstromhygrometers regulirt, so dass die Hygrometer dauernd dieselbe Stellung beibehielt.

Luftdruckänderung.

Um den Einfluss des Luftdrucks kennen zu lernen, liess ich bei derselben Temperatur und Feuchtigkeit, wie bei gleicher Ventilationsgrösse die Luft über das Thier streichen.

Da der Feuchtigkeitsgrad der Luft bei Ausdehnung derselben sinkt, so haben wir im Einstrom bei verdünnter Luft die doppelt so hohe relative Feuchtigkeit angewandt, wie in den Versuchen

bei normalem Druck. Die Ventilationsquanta sind (weil in der Gasuhr stets bei normalem Druck gemessen wird) bei Luftverdünnung auf den halben Druck nur halb so gross wie bei gewöhnlichem Druck. Dies vorausgeschickt werden die in den folgenden Tabellen gegebenen Zahlen vollkommen verständlich sein.

Wir haben in allen Experimenten entweder den normalen Barometerdruck, oder verdünnte Luft von 380 mm = corr. 377 mm angewandt, was für die in Frage kommenden Zwecke ausreichend genau war und gerade der Hälfte des normalen Drucks entsprach.

Die Variationsweite haben wir nicht grösser genommen, weil nur hygienische Ziele unsern Untersuchungen gesteckt waren. 377 mm Druck entspricht nach der Beobachtung Humboldt's gerade der Höhe des Chimborazzo.

Die in unsern Breiten in Betracht kommenden Höhen liegen alle und grösstentheils erheblich unter diesem Werth. Der Montblancgipfel mit 4810 m Höhe weist einen mittleren Luftdruck von 430 mm Hg. auf.

Wir liessen bei unsern Versuchen eine Stunde normalen Druck, die nächste Stunde niedrigen Druck einwirken und so weiter. Nach 4 Stunden beendigten wir eine Reihe. Beim Uebergang von hohem Druck zu niedrigem Druck erforderte es nur wenig Zeit um diese neue Versuchsbedingung herzustellen und nie haben wir bei diesem erheblichen Wechsel, der in wenigen Minuten erfolgte, ein abnormes Verhalten der Thiere, die durch die Glasplatte des Apparats hindurch genau zu beobachten waren, wahrnehmen können.

Die erste Versuchsreihe, die nachstehend aufgeführt ist, zeigte, dass entgegen den sonst vertretenen Anschauungen die Wasserverdunstung eines Thiers, das sich in der Höhe des Chimborazzo befindet, keine erheblich grössere sein kann, wie unter normalen Verhältnissen. Auch die zweite Reihe, am Nachmittag angestellt, ergab durchaus keinen grösseren Ausschlag.

Zur Sicherstellung des Resultats habe ich noch 6 andere 4-stündige Versuche durchgeführt, deren Ergebnisse ich aber nicht im Einzelnen zu besprechen brauche, da die Zahlen für sich selbst reden mögen.

Temperatur im Kessel 20° C. — Das Meerschweinchen I wog beim ersten Versuch 473 g, beim zweiten 463 g.

Zeit	Mittelwerthe Einstrom T.	Mittelwerthe Einstrom r. F.	Mittelwerthe Abstrom T.	Mittelwerthe Abstrom r. F.	B.	Absolute Menge H_2O pro cbm Ein-strom	Absolute Menge H_2O pro cbm Ab-strom	Differenz	Ventilation l	Wirkliche Wasserdampfabgabe	Wasserdampf pro kg i. 1 Std.
1. Std	17,6	30%	16,4	110,0	380	4,46	15,36	10,90	65	0,71	1,50
2. Std.	16,9	30 „	15,8	53,6	760	2,16	7,20	5,04	130	0,66	1,38
3. Std.	17,3	30 „	16,2	106,1	380	4,40	14,62	10,22	65	0,66	1,40
4. Std.	17,8	30 „	17,0	42,2	760	2,40	6,12	3,72	130	0,48	1,02
1. Std.	16,9	30 „	16,3	50,1	760	2,16	6,95	4,79	130	0,62	1,34
2. Std.	16,0	30 „	15,2	94,2	380	4,11	12,21	8,10	65	0,53	1,13
3. Std.	16,7	30 „	16,0	45,9	760	2,13	6,24	4,01	130	0,52	1,13
4. Std.	16,7	30 „	15,9	94,1	380	4,27	12,72	8,45	65	0,55	1,19

Temperatur im Kessel 20° C. — Das Meerschweinchen II wog 350 g.

Zeit	Mittelwerthe Einstrom T.	Mittelwerthe Einstrom r. F.	Mittelwerthe Abstrom T	Mittelwerthe Abstrom r. F.	B.	Absolute Menge H_2O pro cbm Ab-strom	Absolute Menge H_2O pro cbm Ein-strom	Differenz	Ventilation l	Absoluter Wasserdampf	H_2O pro kg in 1 Std.
1. Std.	15,6	30%	15,0	112,4	380	14,39	3,98	11,01	70	0,77	2,17
2. Std.	15,0	15 „	14,7	54,3	760	6,82	1,92	4,90	140	0,69	1,96
2. Std.	15,1	30 „	14,6	114,4	380	14,28	3,86	10,42	70	0,73	2,06
4. Std.	15,3	15 „	14,5	50,8	760	6,20	1,96	4,24	140	0,60	1,73

Temperatur im Kessel 20° C. — Das Meerschweinchen III wog 458 g.

Zeit	Mittelwerthe Einstrom T.	Mittelwerthe Einstrom r. F.	Mittelwerthe Abstrom T.	Mittelwerthe Abstrom r. F.	B.	Absolute Menge H_2O pro cbm Ab-strom	Absolute Menge H_2O pro cbm Ein-strom	Differenz	Ventilation l	Absoluter Wasserdampf	H_2O pro kg in 1 Std.
1. Std.	16,5	15%	16,8	52,9	760	7,58	2,11	5,47	130	0,71	1,55
2. Std.	16,8	30 „	16,8	107,4	380	15,38	4,30	11,08	65	0,72	1,57
3. Std.	18,6	15 „	18,7	40,8	760	6,47	2,36	4,11	130	0,53	1,16
4. Std.	19,1	30 „	19,2	96	380	15,74	4,89	10,85	65	5,71	1,54

Temperatur im Kessel 20° C. — Das Meerschweinchen III wog 514 g

Zeit	Mittelwerthe Einstrom T	Mittelwerthe Einstrom r. F.	Mittelwerthe Abstrom T.	Mittelwerthe Abstrom r. F.	B.	Absolute Menge H_2O pro cbm Ab-strom	Absolute Menge H_2O pro cbm Ein-strom	Differenz	Ventilation l	Absoluter Wasserdampf	H_2O pro kg in 1 Std.
1. Std.	12,2	30%	11,2	147,8	380	14,96	3,22	11,74	65	0,76	1,48
2. Std.	13,5	15 „	12,8	65,8	760	7,34	1,75	5,59	130	0,73	1,41
3. Std.	15,2	30 „	14,2	135,0	380	16,42	3,89	12,53	65	0,81	1,58
4. Std.	15,6	15 „	15,0	60	760	7,68	1,[illegible]9	5,69	130	0,74	1,44

Temperatur im Kessel 20° C. — Das Meerschweinchen III wog 468 g.

Zeit	Mittelwerthe Einstrom T.	r. F.	Abstrom T.	r. F.	B.	Absolute Menge H_2O pro cbm Abstrom	Einstrom	Differenz	Ventilation l	Absoluter Wasserdampf	H_2O pro kg in 1 Std.
1. Std.	11,9	15%	11,5	71,6	760	7,37	1,58	5,79	130	0,75	1,60
2. Std.	13,2	30 „	12,5	137,4	380	15,05	3,43	11,62	65	0,76	1,61
3. Std.	14,5	15 „	14,1	56,5	760	6,83	1,86	4,97	130	0,65	1,38
4. Std.	15,9	30 „	15,3	115,6	380	14,67	4,06	10,11	65	0,66	1,40

Temperatur im Kessel 20° C. — Das Meerschweinchen III wog 432 g.

Zeit	Mittelwerthe Einstrom T.	r. F.	Abstrom T.	r. F.	B.	Absolute Menge H_2O pro cbm Abstrom	Einstrom	Differenz	Ventilation l	Absoluter Wasserdampf	H_2O pro kg in 1 Std.
1. Std.	20,0	30%	19,9	103,4	380	17,68	5,16	12,52	65	0,81	1,88
2. Std.	20,5	15 „	20,9	48,8	760	8,83	2,66	6,17	130	0,80	1,86
3. Std.	20,2	30 „	20,8	97,6	380	17,57	5,12	12,45	65	0,81	1,87
4. Std.	20,5	15 „	21,4	49,4	760	9,21	2,66	6,55	130	0,85	1,96

Temperatur im Kessel 20° C. — Das Meerschweinchen III wog 555 g.

Zeit	Mittelwerthe Einstrom T.	r. F.	Abstrom T.	r. F.	B.	Absolute Menge H_2O pro cbm Abstrom	Einstrom	Differenz	Ventilation l	Absoluter Wasserdampf	H_2O pro kg in 1 Std.
1. Std.	15,4	30%	14,7	117,4	380	14,75	3,94	10,81	65	0,70	1,26
2. Std.	17,2	15 „	16,9	49,7	760	7,15	2,19	4,96	130	0,65	1,16
3. Std.	17,9	30 „	17,6	113,2	380	16,82	4,61	12,21	65	0,79	1,43
4. Std.	18,2	15 „	18,3	52,1	760	8,04	2,30	5,76	130	0,75	1,35

Uebersichtlich sind die Ergebnisse in der Generaltabelle auf Seite 362 zusammengestellt und berechnet, in wie weit eine Mehrung des Wasserdampfes zu beobachten ist. In 2 Fällen war bei Luftdruckerniedrigung etwas weniger Wasser abgegeben worden als normal, in den übrigen aber mehr.

Das absolute Gesammtmittel der Wasserdampfabgabe war

bei 760 1,47 g pro Stunde und kg

bei 377 1,57 g „ „ „ „

also im Durchschnitt um 7 % mehr in verdünnter Luft.

Datum des Versuchs	Wasserdampf im Mittel pro 1 Std. b. 760	Wasserdampf im Mittel pro 1 Std. b. 380	Verhältnis des H_2O bei 760 zu dann bei 380	Gesammtmittel
2. X. 90	1,20	1,45	100 : 120,8	100 : 107%
2. X. 90	1,24	1,16	100 : 93,6	
7. I. 91	1,85	2,13	100 : 113,4	
13. I. 91	1,36	1,56	100 : 114,7	
14. I. 91	1,43	1,53	100 : 107,0	
17. I. 91	1,49	1,51	100 : 101,3	
18. I. 91	1,91	1,88	100 : 98,4	
26. I. 91	1,26	1,35	100 : 107,1	
im Mittel	1,47	1,57	100 : 107	

Auf Grund unserer Experimente halten wir es für erwiesen, dass ein lebender Organismus in verdünnter Luft mehr Wasserdampf ausgibt, aber dieses Mehr lässt sich nur bei grösster Sorgfalt der Experimente wirklich erweisen. Wenn man bedenkt, dass die Wasserdampfausscheidung eine physiologische Grösse ist, welche, wie Rubner erwiesen hat, leicht um ein Mehrfaches variiren kann, so will ein Zuwachs von wenigen Prozenten nicht viel bedeuten.

Die Art der Einwirkung des Luftdrucks.

Nun wäre noch die Frage offen, ob dieser vermehrte Wasserdampf auf die Mehrung der Athmung oder auf die Aenderung der Hautthätigkeit zu beziehen ist.

Ich versuchte, obschon noch andere Experimente sich ausführen liessen, die Sache so zu entscheiden, dass ich ein todtes Meerschweinchen abwechselnd trockener und feuchter Luft aussetzte. Bei gewöhnlichem Barometerdruck war die Ventilation 122 l bei 20° C. und 30% relativer Feuchtigkeit. Bei halbem Druck betrug die Trockenheit 15% und die Ventilation 2 × 120 = 240 l. Trotz dieser für die Wasserabgabe ausserordentlich günstigen Verhältnisse gab das todte Thier nur wenig Wasser ab, ja es nahm sogar wieder Wasser auf.

Das Meerschweinchen wog 437 g.

Zeit	Mittelwerthe Einstrom T.	Einstrom r. F.	Abstrom T.	Abstrom r. F.	B.	Absolute Menge H_2O pro cbm Einstrom	Absolute Menge H_2O pro cbm Abstrom	Differenz	Ventilation Str.	Wirkliche Wasserdampfabgabe	Wasserdampf pro kg f. 1 Std.
		%		%		g	g			g	g
1. Std.	18,7	30	15,8	43,2	760	4,76	5,81	1,05	122,25	0,13	0,29
2. Std.	19,2	30	17,2	44,5	380	4,92	6,51	1,59	120	0,19	0,43
3. Std.	19,9	30	18,4	23,8	760	5,13	3,69	−1,43	122	−0,17	−0,39
4. Std.	21,3	30	18,7	39,1	380	5,19	6,21	1,02	120	0,12	0,28

In der ersten Stunde war das im Fell haftende hygroskopische Wasser abgegeben worden, vielleicht fand auch Abgabe von freiem Wasser statt. Bei weiterer Steigerung der Trockenheit in der zweiten Stunde entwich wieder Wasser. Als wir im dritten Versuch zu den früheren Verhältnissen zurückkehrten, wurde fast ebensoviel Wasserdampf von dem Thier absorbirt, wie vorher abgegeben war. Beim erneuten Zuleiten von trockener Luft geht wieder Wasser weg.

Der ganze Verlauf des Versuchs berechtigt uns zur Annahme, dass die Wasserdampfabgabe durch die Haut, insoweit es sich um actives Entreissen von Wasser durch trockene Luft und niedrigen Druck handelt, keine so erhebliche Rolle spielt. — Insoweit sich also bei unsern Versuchen der Wasserdampf durch das Sinken des Barometerdrucks gesteigert zeigt, wird im Wesentlichen die Aenderung des Athemvolumens oder auch der Athemrythmus die Ursache der Mehrausscheidung sein.

Der verhältnissmässig geringe Zuwachs an Wasserdampf durch die in verdünnter Luft wohl etwas frequentere Athmung des Thiers scheint uns auch ein neuer Beweis für die durch Mosso zuerst eingehend gewürdigte Luxusathmung.

Ueber eine neue Methode zur Bestimmung des Kohlenstoffgehalts der organischen Substanzen.

Von

Dr. K. Okada

aus Tokio.

(Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.)

Die Methoden der Elementaranalyse haben nach den mannigfachsten Richtungen hin fortschreitende Verbesserungen erfahren; insbesondere haben sich die Biologen bemüht, die Bestimmung des Stickstoffs, der als Maass des Eiweisses eine ungeheuer wichtige Rolle spielt, zu vereinfachen, und es ist ihr Bestreben auch von gutem Erfolge begleitet gewesen. Die Kjeldahl'sche Methode des Stickstoffnachweises entspricht nahezu allen Anforderungen der Genauigkeit, Billigkeit und Bequemlichkeit.

Bei der Untersuchung des Kohlenstoffgehalts sind wir durchweg noch auf die complicirten Methoden der Verbrennung von Sauerstoffstrom mit Kupferoxyd angewiesen, keine andere Bestimmungsweise hat sich bisher Eingang verschaffen können. Die übliche Verbrennungsmethode ist unzweifelhaft unbequem, erfordert viele Vorbereitung, einen umfangreichen Apparat, sorgfältigste Beaufsichtigung, grosse Mengen von Brenngas und einen Zeitaufwand von mehreren Stunden. Feuchte, wasserhaltige Stoffe lassen sich kaum untersuchen.

So ist also die Verbesserung und Vereinfachung der Kohlenstoffbestimmung ein Desiderat, dessen Befriedigung einen grossen Kreis von Experimentatoren interessiren dürfte.

Bereits vor mehr als sieben Jahren hat Herr Professor Rubner Versuche nach der Richtung angestellt, ob nicht das Kochen organischer Substanzen mit concentrirter Schwefelsäure dieselben zu CO_2 zu verbrennen vermag.

Herr Professor Rubner schlug mir vor, eingehend zu prüfen, ob nicht geradezu das Kjeldahl'sche Verfahren der Stickstoffbestimmung, welches bekanntlich in der Behandlung der organischen Substanz mit concentrirter und rauchender Schwefelsäure (meist unter Zusatz von übermangansaurem Kali, oder metallischem Quecksilber) in der Hitze besteht, sich auch zur Bestimmung des Kohlenstoffs benutzen lasse.

Von vornherein kann man auf Grund einfacher Ueberlegung die Sache nicht entscheiden, man ist auf das Experiment angewiesen; es hängt eben alles davon ab, ob ebenso vollständig, wie der Stickstoff in Ammoniak umgewandelt wird, auch der Kohlenstoff zu Kohlensäure oxydirt wird. Ist dies der Fall, dann unterliegt die Ausführbarkeit der Methode keinen weiteren Schwierigkeiten; die Kohlensäure lässt sich dann am bequemsten in Barytwasser von bekanntem Gehalt auffangen, titriren und somit als Kohlenstoff berechnen.

Eine Complication der Versuche, auf welche wir gleich bei den ersten Experimenten aufmerksam gemacht wurden, bringt die Entwicklung schwefliger Säure mit sich. Letztere kann man ohne besondere Schwierigkeiten von der Kohlensäure trennen, wenn man die beiden Gase durch übermangansaures Kali leitet, es genügen relativ einfache Absorptionsapparate dem genannten Zwecke vollkommen.

Die ersten Bestimmungen, welche wir ausgeführt haben, befriedigten wenig. Die Spaltung organischer Substanzen schien uns nur unvollkommen zu sein; von dem Zusatz stark oxydirender Mittel, z. B. des übermangansauren Kali, muss abgerathen werden. Herr Professor Rubner hat bei den ersten Vorarbeiten zu dieser Methode einmal eine ganz heftige Explosion auftreten sehen.

Es hat kein weiteres Interesse, hier die vorbereitenden Experimente anzugeben, welche uns endlich zu einer verwerthbaren

Methode geführt haben; ich will vielmehr in möglichster Kürze unsere Resultate aufführen.

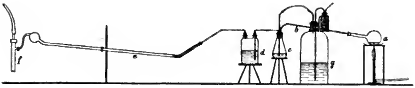
Meine Versuche werden den Beweis erbringen, dass bei dem Kochen mit concentrirter Schwefelsäure die organischen Substanzen so zerlegt werden, dass Kohlenstoff nur zu Kohlensäure sich umwandelt, und keine andere kohlenstoffhaltige Verbindung entsteht.

Hat man kohlenstoffhaltige und stickstoffhaltige Verbindungen, so kann man in einer einzigen Procedur C und N, was bislang nicht bekannt war, bestimmen.

Eine Reihe von Versuchen liessen folgende Versuchsanordnungen als praktischste erscheinen. Der Kjeldahl'sche Erhitzungskolben (a) wird mittels einer eingeschliffenen und passend gebogenen Glasröhre (b) mit einer Waschflasche (c) verbunden. An diese schliesst sich eine zweite Waschflasche (d), an welche nun weiter die Pettenkofer'sche Röhre (e) angefügt ist, und zwar in der Weise, dass das die Verbindung herstellende Glasrohr noch durch Gummischlauch verlängert ist. Die sich entwickelnden Gase werden so gezwungen, ehe sie in das Barytwasser gelangen, die beiden Waschflaschen, von denen die erstere mit Wasser, die zweite mit Kaliumpermanganat gefüllt ist, zu passiren. Um ein gleichmässiges Durchstreichen der Blasen während des Versuchs und ein Auswaschen der mit Kohlensäure gefüllten Waschflaschen nach Beendigung des Versuchs zu ermöglichen, wurde das Ende der Pettenkofer'schen Röhre mit einer Wasserstrahlpumpe (f) in Verbindung gesetzt, und durch einen dritten Tubus der Flasche (c) ein bis auf den Boden reichendes Glasrohr eingefügt, welches mit einer mit Barytwasser gefüllten Waschflasche (g) in Verbindung stand. Während des ganzen Versuchs und einige Zeit nach Beendigung desselben wurde mittels dieser Vorrichtung kohlensäurefreie Luft in langsamem Strom durch den Apparat geleitet.

Die geringe Menge Kohlensäure, welche etwa in dem Erhitzungskolben zurückblieb, schien vernachlässigt werden zu können.

Wegen des relativen starken Druckes im Innern des Apparates hatte man sehr sorgfältig darauf zu achten, dass der Einschliff des Glasrohres in den Kjeldahl'schen Erhitzungskolben tadellos ist, und dass sämmtliche Kautschukverbindungen und Gummistopfen vollständig dicht schliessen. Nöthigenfalls wurde mit Paraffin nachgeholfen. Uebrigens machte sich auch die kleinste Undichtheit alsbald durch den Geruch nach schwefliger Säure bemerkbar.



Die Ausführung des einzelnen Versuchs gestaltet sich nun folgendermassen: In den Kjeldahl'schen Erhitzungskolben wurden 20 ccm einer Mischung, die zu gleichen Theilen aus concentrirter und rauchender Schwefelsäure bestand, einige Tropfen Quecksilber und die zu untersuchende Substanz in abgewogener resp. abgemessener Menge gebracht. Die Quantität durfte nicht gross sein, da sonst die Zersetzung durch Schwefelsäure zu viel Zeit erforderte, und, wenigstens bei kohlenstoffreichen Substanzen, zu viel Barytwasser vorgelegt werden musste. Handelte es sich um pulverförmige oder krystallinische Körper, so erwies es sich als sehr praktisch, dieselben in einem selbst gemachten Schiffchen aus Zinnfolie zu trocknen und zu wägen. Nach erreichter Constanz des Gewichts biegt man die Wandung des Schiffchens in der Weise um, dass die Substanz völlig eingehüllt ist und nun in Form eines Packetchens ohne jeden Verlust durch den langen Hals des Kolbens auf den Boden geworfen werden kann. Hier löst sich die Zinnfolie alsbald in der Schwefelsäure auf und wirkt offenbar in derselben Weise wie Quecksilber begünstigend auf den Prozess ein. Handelt es sich um flüssige Substanzen, so trocknet man die mit Pipette abgemessene Menge ebenfalls in einem aus Zinnfolie hergestellten Schälchen zur Trockne ein und

bringt erst die möglichst wasserfreie Masse in den Kolben. Vorher schon hat man die erste Waschflasche mit etwa 100 ccm Wasser, die zweite mit etwa 300 ccm einer kaltgesättigten Lösung von Kaliumpermanganat (diese Menge reichte in allen meinen Versuchen aus) gefüllt. In die Pettenkofer'sche Röhre, welche etwas nach hinten aufsteigend gehalten war, wurde titrirtes Barytwasser, und zwar 300 ccm gebracht, welches so bereitet war, dass in je 1000 ccm Wasser 37 g Baryumhydrat und 3,7 g Chlorbarium aufgelöst enthalten ist.

Schliessen alle Verbindungen fest, so beginnt man den Kolben mit kleiner Flamme zu erwärmen und lässt gleichzeitig durch Aufdrehen des Wasserhahns einen langsamen Luftstrom durch den Apparat streichen. Allmählich bringt man die Flüssigkeit durch Vergrössern der Flamme zum Sieden und lässt sie so lange kochen, bis vollständige Wasserklarheit erreicht ist. Das dauert bei verschiedenen Substanzen verschieden lange, bei den bei meinen Versuchen benützten Quantitäten nicht über drei Stunden. Man lässt Luft durchstreichen, um sicher zu sein, dass die in den Waschflaschen enthaltene Kohlensäure übergetrieben ist, öffnet dann den Apparat, löscht die Flamme, giesst den Inhalt der Pettenkofer'schen Röhre in einen luftdicht verschliessbaren Cylinder von etwa 300 ccm Inhalt und wartet, bis der Niederschlag von kohlensaurem Baryt sich vollständig zu Boden gesenkt hat, und die überstehende Flüssigkeit ganz klar geworden ist. Jetzt nimmt man mit einer Pipette eine bestimmte Menge heraus, titrirt mit einer Oxalsäurelösung von bestimmtem Gehalt [1]) und berechnet auf die ganze Menge des Barytwassers.

In der folgenden Tabelle sind die von mir untersuchten Fette und aromatischen Substanzen, die berechneten und gefundenen Kohlenstoffmengen zusammengestellt:

---

1) Oxalsäure wurde stets so bereitet, dass 2,8636 $\begin{matrix} COOH \\ COOH \end{matrix} + 2H_2O$ in 1000 Aq aufgelöst worden ist. Also 1 ccm von dieser Lösung entspricht 0,00099997 (oder rund 1 mg) CO_2.

Um 10 ccm von dem benützten Barytwasser zu neutralisiren, waren 50 ccm von dieser Oxalsäurelösung nöthig.

Bezeichnung der Substanzen	Menge der zum Versuch genommenen Substanz	Berechnete Menge von C	Gefundene Menge von C
Rohrzucker .	0,319	0,1343	0,1336
Rohrzucker .	0,32	0,1349	0,1342
Rohrzucker .	0,201	0,0848	0,0842
Milchzucker .	0,492	0,2071	0,2066
Milchzucker	0,262	0,1103	0,1096
Milchzucker .	0,277	0,1166	0,1161
Milchzucker .	0,311	0,1311	0,1309
Harnstoff . .	0,2575	0,0515	0,0511
Harnstoff . .	0,2575	0,0515	0,0504
Harnstoff . .	0,2575	0,0515	0,0511
Harnsäure . .	0,1495	0,0533	0,0531
Harnsäure	0,155	0,0553	0,0552
Salicylsäure .	0,0313	0,0019	0,0019
Salicylsäure .	0,278	0,169	0,167
Antipyrin . .	0,088	0,0617	0,0615
Schweinefett	0,103	0,0788	0,0783
Schweinefett	0,1125	0,0861	0,0859
Schweinefett	0,0615	0,0470	0,0466

In allen Fällen fand ich bei Verbrennung von Verbindungen bekannter Zusammensetzung etwas weniger Kohlenstoff, als der theoretischen Zusammensetzung entspricht; in absoluter Zahl betrug der Minusbefund an g C:

bei Rohrzucker	0,0007 0,0007 0,0006	0,0007 g,
bei Milchzucker	0,0005 0,0007 0,0005 0,0002	0,0005 g,
bei Harnstoff	0,0004 0,0011 0,0004	0,0006 g,
bei Harnsäure	0,0002 0,0001	0,0001 g,

bei Salicylsäure 0, 0,0020 } 0,0010 g,

Die Differenzen sind also sehr klein und mögen vielleicht in einem wirklichen Verlust oder vielleicht zum Theil in kleinen Aschebeimengungen Erklärung finden. Die prozentige Zusammensetzung nach der Formel und unserer Analyse wäre für die wichtigeren Verbindungen nachstehende:

Rohrzucker = 42,0 % C.	Meine Analyse:	41,88 % C
		41,94 „ „
		41,89 „ „
	Mittel:	41,90 % C.
Milchzucker (trocken) = 42,0 % C.	Meine Analyse:	41,99 % C
		41,83 „ „
		41,91 „ „
		42,09 „ „
	Mittel:	41,95 % C.
Harnstoff = 20,0 % C.	Meine Analyse:	19,84 % C
		19,57 „ „
		19,84 „ „
	Mittel:	19,75 % C.
Harnsäure = 35,7 % C.	Meine Analyse:	35,52 % C
		35,61 „ „
	Mittel:	35,57 % C.
Schweinefett = 76,5 % C.[1]	Meine Analyse:	76,02 % C
		76,37 „ „
		76,42 „ „
	Mittel:	76,27 % C.

Die Mittelwerthe, wie sie leicht und in bequemer Weise erhalten werden, differiren nur wenig von den Ergebnissen der sonstigen Analyse.

1) Nach Schulze und Reinecke.

Stoff	Theoret. Gehalt an C in %	Gefunden	Differenz
Rohrzucker .	42,0	41,90	— 0,1%
Milchzucker .	42,0	41,95	— 0,05%
Harnstoff . .	20,0	19,75	— 0,25%
Harnsäure . .	35,7	35,57	— 0,13%
Schweinefett	76,5	76,23	— 0,23%

Die Controlanalysen weichen untereinander nur wenig ab.

Wie ich in mehreren Versuchen beobachtet habe, lässt sich auch Kohlenstoff (Holzkohle, Thierkohle etc.) vollkommen in der oben angegebenen Zeit verbrennen. Da ich keine vollkommen reinen Kohlepräparate besass (so habe ich von mit HCl behandelter Knochenkohle zweimal Versuche angestellt, das erste Mal wurde davon 0,024 zum Versuch genommen und dafür 0,02373 C gefunden. Das zweite Mal wurde 0,0427 verbrannt und 0,0417 C gefunden. Dieser etwas bedeutendere Fehler wurde später durch Veraschung derselben Kohle aufgeklärt; sie enthielt ziemlich viel Asche). Die Ergebnisse lassen sich also nicht zum Beweis der Genauigkeit unserer Methode verwenden, wesshalb ich auf deren Mittheilung verzichte.

Es ergibt sich, dass die Differenz zwischen den gefundenen und berechneten Werthen innerhalb der erlaubten Fehlergrenzen liegt. Nur bei dem einen Salicylsäureversuch wurden zu niedrige Zahlen gefunden, dabei liegt offenbar irgend ein Versehen zu Grunde; dass die Methode hier nicht im Stich lässt, geht aus dem andern Versuch mit demselben Material hervor, bei dem ein gutes Resultat erhalten wurde. War durch den Ausfall dieser Versuche die Brauchbarkeit der Methode für Fette und aromatische Körper erwiesen, so kommt es jetzt darauf an, nachzuweisen, dass sie sich auch für Stoffgemenge verschiedenster Art, für Nahrungsmittel, für Secrete und Excrete, überhaupt für alle organischen Materialien, deren Zusammensetzung von hygienischem und physiologischem Interesse ist, eigne. Die zu diesem Zwecke ausgeführten Untersuchungen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Da es nicht möglich war, durch Rechnung das Resultat der Analyse zu controliren, musste ich mich begnügen, festzustellen, ob und

innerhalb welcher Zeit ein Hellwerden der Flüssigkeit zu erzielen war. Es ergab sich, dass alles von mir untersuchte Material sich für diese Bestimmungsmethode eignet. Auch in allen diesen Fällen war innerhalb drei Stunden die Flüssigkeit in dem Kjeldahl'schen Kolben vollständig klar:

Substanz	Menge der zum Versuch genommenen Substanz	Gefundene Menge C
Ochsenfleisch	0,1573 g	0,0732
Liebig's Fleischextract	1,1380 g	0,1963
Fleischpeptonbouillon (bis zu $^3/_8$ der ursprünglichen Menge verdampft)	5 ccm	0,2798
Milch (frisch)	5 ccm	0,169
Rahm (feucht)	0,452 g	0,067
Entrahmte Milch (nicht verdampft)	3 ccm	0,077
Harn (bis zu $^7/_{28}$ verdampft)	5 ccm	0,0589
Harn (bis zu $^7/_{28}$ verdampft)	5 ccm	0,0588
Harn (frisch gelassener nicht verdampfter)	10 ccm	0,0319
Kaninchenfaeces (trocken)	0,29 g	0,0818
Torf (trocken)	0,0656 g	0,0245
Strassenschmutz (nicht verdampft)	5 g	0,116

Die Methode eignet sich also für eine grosse Anzahl von Untersuchungen; ich habe bisher kein organisches Material kennen gelernt, welches der Verbrennung auf diesem Wege widerstanden hätte; von besonderer Wichtigkeit ist unzweifelhaft für den Hygieniker die Möglichkeit der Verwendung der Lösungen, ohne dass es nöthig wäre, das Wasser vorher zu entfernen. Doch will ich bemerken, dass die Concentration von Einfluss auf die Geschwindigkeit der Verbrennung zu sein scheint; je wasserhaltiger eine Substanz ist, um so länger dauert die Verbrennung, da die energische Einwirkung der Schwefelsäure erst nach Verjagung des beigemengten Wassers stattfinden kann.

In folgendem liegen die Vortheile dieser Methode:

1. Einfachheit und Billigkeit der Apparate; abgesehen von dem mit eingeschliffenen Röhren versehenen Kjeldahl'schen Erhitzungskolben, ist nichts nöthig, was nicht in jedem chemischen

Laboratorium schon für andere Zwecke vorhanden ist. Das Verfahren ist so einfach, dass es keiner besonderen Uebung bedarf, um sichere Resultate zu erhalten

2. Die Schnelligkeit der Ausführung. Innerhalb 4 Stunden ist die ganze Analyse zu vollführen. Auch erfordert die Ausführung keine so peinliche Ueberwachung, dass man nicht während derselben etwas anderes vornehmen könnte.

3. Die Möglichkeit, die Kohlenstoffbestimmung mit einer Stickstoffbestimmung zu verbinden. Einige Beobachtungen, welche ich während meiner Versuche anstellte, machen es mir wahrscheinlich, dass sich diese Methode auch zu einer Sauerstoffbestimmung verwenden lässt. Darüber denke ich, in nächster Zeit weitere Mittheilungen machen zu können.

Zum Schlusse ist es mir eine sehr angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr. Rubner für die gütige Anregung und liebenswürdige Leitung und Herrn Privatdocenten Dr. Thierfelder für freundliche Unterstützung bei der Anfertigung dieser Arbeit meinen besten Dank auszusprechen.

Zur Differenzirung der Typhusbacillen von typhusähnlichen Bacterien.

Von

J. Weyland.

(Aus dem hygienischen Institut in München.)

In einem aus Schellenberg stammenden typhusverdächtigen Trinkwasser wurde von Herrn Prof. Emmerich, unter dessen Leitung die folgenden Untersuchungen ausgeführt wurden, in spärlicher Anzahl eine Bacterienart aufgefunden und isolirt, welche sich morphologisch und durch Culturversuche auf den verschiedenen Nährmedien mit Sicherheit von echten Typhusbacillen nicht unterscheiden liess; auch ergab eine Bouilloncultur die nach Kitasato nur den letztgenannten eigenthümliche negative Indolreaction, so dass der Verdacht entstand, dass man es hier in der That mit wirklichen Tiphuserregern zu thun habe.

Da jedoch das zu untersuchende Wasser schon mehrere Tage alt war und nach Untersuchungen von Kraus und Anderen Typhusbacillen im Trinkwasser binnen kurzer Zeit zu Grunde gehen, so wurde die Identität der fraglichen Bacterien mit echten Typhusbacillen als zweifelhaft hingestellt, und zunächst vergleichende Versuche über die Lebensfähigkeit dieser Wasserbacterien und wirklicher Typhusbacillen in Münchener Leitungswasser vorgenommen.

Es sei noch bemerkt, dass die Typhusbacillen, welche zu den folgenden Versuchen herangezogen wurden, durch H. Buchner aus einer Typhusleiche rein gewonnen waren.

Bei der Untersuchung über die Widerstandsfähigkeit im Trinkwasser ging ich in der Weise vor, dass ich Münchener

Leitungswasser vergleichsweise mit beiden Bacterienarten inficirte, und zwar je 100 cc mit 0,1 cc einer dreitägigen Bouilloncultur. Alsdann wurde von Tag zu Tag durch Plattenculturen die Zu- oder Abnahme einer jeden Bacterienart festgestellt.

Sehr häufige in dieser Weise ausgeführte Versuche haben ergeben, dass die Resultate keineswegs constante sind, dass die Lebensfähigkeit sowohl der Typhusbacillen als der typhusähnlichen Bacterien wesentlich beeinflusst wird von Temperaturverhältnissen von den im Trinkwasser bereits vorhandenen Bacterien und vielleicht noch von Factoren unbekannter Art.

Es zeigte sich zwar, dass die Typhusbacillen auch, in grosser Überzahl in Leitungswasser ausgesäet, sehr bald ihre Lebensfähigkeit einbüssen, und bisweilen konnte man bereits am zweiten Tage nach der Einsaat auf den Gelatineplatten keine Typhuscolonien mehr entdecken.

Aber auch die dem Schellenberger Wasser entnommenen Bacterien verhielten sich bei vielen Versuchen in ähnlicher Weise, mit dem einzigen Unterschied jedoch, dass gewöhnlich am zweiten Tage eine Vermehrung zu constatiren war, worauf dann erst eine rapide Abnahme der Zahl erfolgte, während andere Wasserbacterien überhandnahmen.

Durch zahlreiche Versuche bei Zimmertemperatur konnte festgestellt werden, dass schon am vierten Tage nach der Einsaat die typhusähnlichen Bacterien unter der Concurrenz anderer Wasserbacterien zu Grunde gingen, und ein Versuch bei niederer Temperatur, im Keller des Instituts, ergab sogar das überraschende Resultat, dass sich hier die typhusähnlichen Bacterien überhaupt nicht vermehrten, sondern schon nach 24 Stunden auf $^1/_{10}$ ihrer ursprünglichen Anzahl zurückgegangen waren. Das Verhalten im Trinkwasser schien also zur Differenzirung der beiden Spaltpilzarten nicht geeignet zu sein. Dagegen gelang es auf anderem Wege, deutliche Unterschiede aufzustellen.

Chemische Methoden zur Charakterisirung solcher Bacterienarten heranzuziehen, bei welchen morphologische Verhältnisse und Wachsthumseigenthümlichkeiten im Stiche lassen, wurde von H. Buchner im Archiv für Hygiene Bd. 3 S. 407 empfohlen.

Auch Petruschky hatte dahin zielende Versuche mit Erfolg angestellt (Centralbl. f. B. u. Pstk. Bd. VI S. 660). Da im vorliegenden Falle die Bouillonculturen beider Bacterien bald sauer reagirten, schien es interessant, zu untersuchen, ob sich bei gleicher Ernährungsweise in der Quantität der gebildeten Säure ein wesentlicher Unterschied constatiren lasse. Die Ergebnisse dahin gerichteter Versuche entsprachen meinen Vermuthungen.

Nach Petruschky's Vorgang verwendete ich ein möglichst farbloses, neutrales Nährmedium — Milchserum —, in welchem auch beide Spaltpilze ein lebhaftes Wachsthum zeigten; als Indicator diente eine alkoholische Lösung von Phenolphthalein.

In je 10 ccm Serum wurden die beiden Spaltpilze zu gleichen Mengen aus Bouillonculturen eingesäet. Nach dreitägigem Verweilen im Brütschrank war nach meinen Erfahrungen das Maximum der Säurebildung eingetreten.

Jetzt liess man zu der Culturflüssigkeit nach vorausgegangenem Zusatz einiger Tropfen Phenolphthaleinlösung aus einer Bürette so lange 1/100 Normalkalilauge zufliessen, bis eine eben entstehende Röthung anzeigte, dass alle freie Säure gebunden, und freies Alkali aufgetreten war.

Bis zu diesem Punkte waren bei beiden Bacterienarten verschiedene Mengen Normalalkali erforderlich, wie folgende Tabelle zeigt:

Menge der Einsaat in 10 cc Milchserum	1/100 Normalkalilösung waren zur Neutralisation erforderlich	
	bei Typhusbacillen	bei typhusähnlich. Bacterien
0,1 cc Bouilloncultur	8 cc	12,9 cc
0,5 cc Bouilloncultur	9,1 cc	15,4 cc

Aus den vorstehenden Zahlen ersieht man auch, dass die Grösse der Einsaat wenig in's Gewicht fällt.

Wollte man einzelne Stoffwechselproducte der Spaltpilze einer chemischen Analyse unterziehen, so dürfte in den wenigsten Fällen der Erfolg der aufgewendeten Mühe entsprechen; die

Kohlensäure aber wäre geeignet, hier eine Ausnahme zu machen, und es kann die Quantität des entwickelten Kohlendioxyds bei bestimmter Ernährungsweise zur Charakterisirung von Spaltpilzen benützt werden.

Es kann hierbei sowohl die Gesammtproduction bis zum Stillstand des Wachsthums als auch die tägliche Menge in Betracht kommen.

In meinem Falle wählte ich zur Bestimmung der Kohlensäure die v. Pettenkofer'sche Methode, welche eine tägliche Controle des entwickelten Gases leicht gestattet. Das Verfahren ist im folgenden beschrieben.

Zwei Kolben von ungefähr 300 cc Inhalt werden mit 100 ccm Nährbouillon beschickt, sterilisirt und mit 0,5 ccm der entsprechenden Cultur geimpft.

Die Kolben werden in ein System v. Pettenkofer'scher, mit 200 ccm Barytwasser von bestimmtem Gehalt gefüllter Röhren derart eingeschaltet, dass ein zweimal durch Kalilauge geleiteter, mithin kohlensäurefreier Luftstrom langsam und gleichmässig über der Culturflüssigkeit hindurchgesogen wird, nachdem derselbe vorher einen längeren Wattepfropf passiert hat und dadurch keimfrei gemacht ist.

Dieser Luftstrom führt alsdann die durch die Vegetation der eingesäeten Spaltpilze entwickelte Kohlensäure aus jedem Kolben gesondert zwei mit Barytwasser gefüllten Röhren zu.

Um den Eintritt jeglicher fremder Keime zur Culturflüssigkeit auszuschliessen, sind die bei der Leitung des Luftstroms durch die Kolben zur Verwendung gelangenden Glasröhren gleichfalls mit einem Wattepfropf versehen. Ein in dieser Weise in Gang gesetzter Versuch dauerte 16 Tage. Anfangs nach je 24 Stunden, zuletzt nach je zwei bis drei Tagen wurden die Röhren ausgewechselt, d. h. gegen neu gefüllte umgetauscht. In dem Barytwasser, welches 24 Stunden lang, resp. auch länger der Einwirkung der Kohlensäure ausgesetzt war, wurde die Abnahme der Alkalescenz durch Titriren mit Oxalsäure ermittelt und auf Kohlensäure umgerechnet. Die Ergebnisse der Untersuchung sind in der unten folgenden Tabelle verzeichnet.

Die mit den Culturen beschickten Kolben waren zum Ausgleich von Temperaturschwankungen in ein grösseres Gefäss mit Wasser eingesetzt, während ein in das letztere eingestelltes Thermometer die regelmässige Controlirung des Wärmegrades ermöglichte. Schon geringe Wärmedifferenzen sind von bedeutendem Einflusse auf die Kohlensäureproduction, wie aus der folgenden Tabelle ersichtlich ist.

Tag	Cubikcentimeter CO_2 wurden entwickelt			
	bei Typhusbacill.	Temperatur	bei typhusähnl. Bacterien	Temperatur
1.	7,2	14°	19,2	15°
2.	3,2	12,5°	28,8	13,5°
3.	5,6	14,5°	30,4	14,5°
4.	5,6	16°	29,6	15,5°
5.	4,0	17,5°	45,6	17°
6.	7,2	17,5°	37,6	17,5°
7.	8,0	16°	28,0	16°
8.	7,2	17°	31,2	17°
9.	8,8	17°	30,6	17°
10.	8,8	16°	20,8	16°
11.	4,8	15°	27,2	15,5°
12. und 13.	8,6	17°	48,8	17°
14., 15. u. 16.	9,2	18°	46,4	18°
Gesammtproduction und durchschnittliche Temperatur	88,2	16,1°	426,2	16°

Die Kohlensäureentwickelung war bei beiden Bacterienculturen mit dem 16. Tage noch nicht abgeschlossen; dagegen zeigten die Wasserbacterien schon am 7. Tage einen Rückgang, während dieser bei den Typhusbacillen erst am 11. Tage wahrzunehmen ist. Die durchschnittliche Temperatur, welcher beide Kölbchen ausgesetzt waren, stellte sich annähernd gleich hoch, bei beiden ca. 16°. In 16 Tagen haben aber die typhusähnlichen Bacterien eine nahezu fünfmal grössere Menge Kohlensäure producirt, als die echten Typhusbacillen. Dieser Versuch wurde mit nahezu dem gleichen Resultate wiederholt.

Die Resultate des ersten Versuchs über die Säurebildung wurden also durch die Kohlensäurebestimmung bestätigt, und es dürfte kein Zweifel mehr herrschen, dass die fraglichen Bacterien keine Typhusbacillen waren, sondern einen Vertreter jener Saprophyten

darstellten, wie sie bisweilen in Trinkwässern aufgefunden und fälschlicher Weise für Typhuserreger gehalten werden. Die obigen Zahlen zeigen aber auch, dass die quantitative Bestimmung der unter gleichen Bedingungen entwickelten Kohlensäure als ein vorzügliches Differenzirungsmittel gelten darf zwischen Typhusbacillen und den diesen ähnlichen in Wasser, Boden etc. vorkommenden Bacterien. Man darf die Forderung stellen, dass in allen Fällen, bei welchen Typhusbacillen im Trinkwasser nachgewiesen werden sollen, ausser den Wachsthumseigenthümlichkeiten auf Kartoffeln, Kartoffelgelatine etc., der Eigenbewegung, der negativen Indolreaction, sowie der Säuretitrirung nach Petruschky, auch die oben beschriebene Kohlensäurebestimmung, welche vor den übrigen Methoden den Vorzug chemischer Genauigkeit besitzt, eventuell, d. h. wenn die Differenzirung nicht schon durch die zuerst genannten Untersuchungen mit Sicherheit gelingt, Anwendung findet.

Ueber die Durchlässigkeit verschiedener Haut-Bekleidungsstoffe für Wärme.

Von

Dr. med. Jos. Hartmann.
prakt. Arzt in Zürich.

Die Kleidung ist immer aufgefasst worden als ein Schutz des Organismus gegen Wärmeabgabe. Am klarsten hat dies Pettenkofer[1]) in seinem Aufsatz „Ueber die Function der Kleider" formulirt. Selbst diejenigen, welche, wie Geigel[2]), annehmen, dass der bekleidete und unbekleidete Mensch gleiche Wärmemengen abgeben, sprechen doch aus, dass in ersterem Falle die Haut warm, in letzterem kalt sei. Die Temperaturdifferenz zwischen Haut und Umgebung würde also in ersterem Falle gross, in letzterem klein sein, und wenn in beiden Fällen doch nur gleichviel Wärme aus dem Körper abströmt, so muss in ersterem Falle ein Hindernis für das Abströmen vorhanden sein, das ist eben die Kleidung. Durch die neuere, unter Rubner's Leitung ausgeführte Arbeit von Rumpel[3]) ist nunmehr nachgewiesen, dass die nackte Haut durch Strahlung dreimal mehr Wärme verliert als die bekleidete. Die wärmesparende Wirkung der Kleidung steht also fest.

Verhalten sich nun in Bezug auf dieselbe die verschiedenen Arten der Kleidung gleich? Das ist eine Frage, die dem Arzte häufig vorgelegt wird. Es schien mir nicht unwichtig, ein gewisses Material zur Beantwortung der Frage zu sammeln, indem

1) Pettenkofer, Zeitschr. f. Biologie. Bd. I. S. 180.
2) Geigel, Archiv f. Hygiene. Bd. II S. 318.
3) Rumpel, Archiv f. Hygiene. Bd. IX. S. 51.

ich eine Anzahl der im Handel vorkommenden Bekleidungsstoffe auf ihre Wärmedurchlässigkeit prüfte. Herr Professor Gaule, an den ich mich um Rath wandte, gab mir bezüglich der Ausführung der Versuche folgende Auskunft. Wollte man die Wärmedurchlässigkeit unter genau denselben Bedingungen prüfen, wie sie die Stoffe als Bekleidung des Organismus erfahren, so müsste man ein Gefäss durch eine in demselben angebrachte Wärmequelle auf der Temperatur von 37 ° erhalten. Die Stoffe müssten als Bekleidung für dieses Gefäss verwendet werden. Brächte man dieses Gefäss dann bald mit dem einen, bald mit dem andern Stoffe bekleidet, in eine Umgebung von niedrigerer Anfangstemperatur, so würde bald mehr, bald weniger Wärme aus demselben abfliessen, je nach der Fähigkeit des umhüllenden Stoffes, die Wärme zurückzuhalten.

Da die Temperatur constant bleiben soll, so würde bald mehr, bald weniger Wärme von der Wärmequelle zugeführt werden müssen, um diese Constanz zu erreichen. Man würde also an der Zahl der Calorien, welche die Wärmequelle produziren muss, um bei wechselnder Umhüllung stets die Temperatur von 37 ° in dem Gefäss aufrecht zu erhalten, ein Maass haben für die Wärmedurchlässigkeit der Umhüllung.

Eine solche, ihre Production selbst regulirende Wärmequelle, welche die Zahl der von ihr produzirten Calorien jederzeit nach aussen abzulesen gestattet, ist jedoch nicht so leicht im Innern eines Gefässes anzubringen, das mit einem Gewebe umhüllt werden soll, und die technischen Schwierigkeiten und Kosten erscheinen ausser Verhältnis zu dem zu erreichenden Zwecke. Die Sache wird sehr vereinfacht, wenn das Gefäss nicht constant auf der Temperatur von 37 ° erhalten zu werden braucht. Dann braucht man nicht die produzirten Wärmemengen zu messen. Das erscheint aber statthaft, denn es handelt sich ja nur darum, einen Vergleich zu ziehen zwischen den verschiedenen Stoffen. Wenn dieser Vergleich nun gezogen wird, während das Gefäss das Temperaturintervall von 47 °—27 ° durchläuft, so kann man ziemlich sicher sein, dass es auch gültig sein würde für ein constant auf 37 ° erhaltenes Gefäss, da die Wärmedurchlässigkeit der Gewebe

sich jedenfalls nicht sprungweise mit der Temperatur ändert. Hat man also ein ziemlich grosses Gefäss, welches mit Wasser von z. B. 47° gefüllt ist, umhüllt dasselbe mit verschiedenen Geweben und bringt dasselbe in einen Aussenraum von gleichbleibender niedriger Aussentemperatur von z. B. 18°, so wird der Wärmeverlust, welchen das Gefäss erleiden wird, modificirt werden durch die Natur der Umhüllung. Es wird nicht einmal nothwendig sein, die Menge der Calorien zu berechnen, welche durch die Umhüllung mehr oder weniger zurückgehalten werden, denn wenn die Wassermenge und die Anfangstemperatur immer dieselbe ist, so wird das Sinken der Temperatur einfach als Maass für die durch die Umhüllung entwichene Wärmemenge dienen können. Grosse Sorgfalt muss dagegen darauf verwendet werden, dass in dem Aussenraum, an welchen die Wärme abgegeben wird, keine Veränderungen auftreten, welche die Abgabe der Wärme beeinflussen können. Da alle Luftströmungen, also auch alles Rühren, vermieden werden müssen, so sind Thermometer in verschiedenen Höhen anzubringen und dieselben müssen aus der Entfernung abgelesen werden.

Aus diesen Ueberlegungen ergaben sich die Directiven für die Methode, welche ich anwendete und die ich nachher beschreiben werde.

Ich halte es für zweckmässig, hier gleich das Hauptresultat zu erwähnen, zu welchem ich gekommen bin. Die Wärmedurchlässigkeit der verschiedenen Gewebe hängt nur in geringem Grade ab von dem Stoffe, aus dem sie gewoben sind, aber in hohem Grade von der Art, wie sie gewoben sind und wie sie anliegen. Ein glattes, dicht anliegendes Gewebe ist fast gleich wärmedurchlässig (bei gleicher Stärke), einerlei, ob es aus Leinen, Baumwolle oder Wolle besteht, doch existirt eine kleine Differenz zu Gunsten der Wolle. Es verändert sich aber die Wärmedurchlässigkeit sehr, sobald das Gewebe faltig aufliegt oder aus mehreren Schichten besteht. Das entspricht nicht ganz der populären Meinung, wohl aber der von den Physiologen aufgestellten Behauptung, dass es wesentlich die in den Maschen des Gewebes eingeschlossenen kleinen Luftschichten sind, welche durch ihr geringes Wärme-

leitungsvermögen den Wärmeschutz der Kleidung bedingen. Es rechtfertigt ferner dies Resultat unsere herkömmliche Art, unsere Kleidung aus einer Anzahl übereinander getragener Kleidungsstücke bestehen zu lassen Sie bildet auf diese Weise mehrere Schichten um den Körper und ist viel wärmer, als wenn dieselbe Menge Stoff zu einem einzigen Kleide verwendet würde.

Bei der Beurtheilung meiner Resultate darf man schliesslich nicht aus dem Auge verlieren, dass dieselben nur die physikalische Wirkung der Gewebe in's Auge fassen, dass es ausser derselben möglicherweise noch eine physiologische Verschiedenheit geben könne in Bezug anf den Reiz, den verschiedene Gewebe auf die Haut und dadurch auf deren Blutgehalt ausüben. Die ersteren Daten mussten jedenfalls zunächst festgestellt werden.

Meine Arbeit begegnet sich in ihren Resultaten wie in ihren Zielen mit derjenigen, welche A. Schuster[1]) in dem hygienischen Institute in München angestellt hat. Auch Schuster ist zu dem Resultate gekommen, dass ein wesentlicher Unterschied in dem absoluten Leitungsvermögen der verschiedenen Kleidungsstoffe nicht besteht, vielleicht mit Ausnahme der Seidengewebe (die ich nicht in den Kreis meiner Untersuchungen gezogen habe). Auch er kommt zu der Ansicht, dass es wesentlich die in den Maschen der Gewebe eingeschlossene Luft ist, welche durch ihr ausserordentlich schlechtes Wärmeleitungsvermögen die Wärmeabgabe verhinderte. Insoweit dienen also meine Untersuchungen lediglich als Bestätigung derjenigen Schuster's, und ich kann auch bezüglich der Discussion der einschlägigen physikalischen Verhältnisse, sowie der Würdigung der früheren Literatur lediglich auf die Arbeit Schuster's verweisen. Eine Erweiterung unserer Kenntnisse glaube ich insoweit geleistet zu haben, als ich nun untersuchte, in welchem Zusammenhange die thatsächlich geübte Art des Webens der Kleiderstoffe mit dieser theoretischen Auffassung steht, und wie die im Handel vorkommenden Gewebe, nach ihrem Stoffe wie nach ihrer Webeart geordnet, die Aufgabe der Wärmezurückhaltung erfüllen. Diese Angaben dürften doch dem Praktiker nützlich sein.

1) A. Schuster, Archiv f. Hygiene. Bd. VIII. S. 1.

Meine Methode unterscheidet sich von der Schuster's dadurch, dass ich das Wasser in meinem Versuchskolben nicht gemischt habe. Ich habe aber Thermometer in verschiedenen Höhen angebracht und die Mittelzahlen aus denselben genommen. Dadurch glaube ich auch, zu einer richtigen Kenntnis der in dem Versuchskolben herrschenden Mitteltemperatur gekommen zu sein, und einige Bedenken, die sich aus der Verbindung mit der bewegenden Maschine ergeben, vermieden zu haben. Auch durch das Einfügen des Versuchskolbens in einen äusseren, möglichst wärmedichten Kasten von ziemlich constanter Temperatur glaube ich, das Verfahren verbessert zu haben.

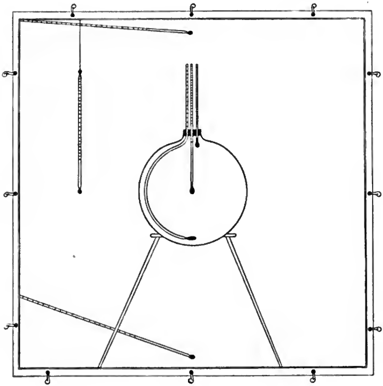
Ich gebe, wie Schuster es fordert, die Originalzahlen meiner Versuchstabellen.

Methode.

Ein Kasten, aus 23 mm dicken tannenen Brettern gezimmert, erhielt an seiner Innenseite eine ca. 7 mm dicke Schicht von weichem, braunem Filz aufgeleimt. Die Lichtung des Kastens mass nach allen drei Dimensionen 80 cm. Die vordere Wand des Kastens bildete ein Fenster aus einer doppelten, gut 2 cm von einander abstehenden Lage gewöhnlichen Fensterglases. Das in die Öffnung des Kastens zu liegen kommende Stück der Rahme war leicht konisch zugehobelt und hatte einen Streifen Tuchend aufgeleimt. Der dieses Rahmenstück aufnehmende Rand der Kastenöffnung war mit sehr derbem, braunem Filze (sog. Klaviermacherfilz) ausgepolstert. Dem Falze der Rahme war ein 3 mm dicker, elastischer Gummistreifen aufgeleimt. Der Verschluss des Kastens machte sich nun so, dass der Glasdeckel fest in den Filzbesatz der Kastenöffnung hineingepresst und mit zwölf Umleggriffen, deren Schrauben jedesmal aufs neue angezogen wurden, in seiner Lage festgehalten wurde.

Ein hölzerner Dreifuss, dessen scharfkantiger Tragring mit einem Filzstreifen belegt war, trug einen Glaskolben von genau 6 l Inhalt so, dass die Kugel des Kolbens nach allen Richtungen hin in die Mitte des Kastens zu liegen kam. Die Oeffnung des Kolbens wurde mit einem Korkstöpsel verschlossen, der seinerseits

die drei Thermometer des Kolbens trug. Von diesen reichte das eine, der Kolbenwand entsprechend abgebogen, bis auf ca. 1 cm auf den Boden, das zweite bis zur Mitte, das dritte bis auf ca. 1 cm an den oberen Rand des Kolbeninnern.



Zur Bestimmung der Kastentemperatur dienten drei Thermometer. Alle drei lagen in der horizontalen Mittellinie des Kastens, die Kugel des oberen und des unteren je 25 cm. von dem entsprechenden Kolbenrande entfernt, während das mittlere mit seiner Kugel genau die Mitte zwischen Kolbenrand und Kastenwand inne hatte.

Ein ausserhalb des Kastens in der Mittellinie des vorderen oberen Randes angebrachtes Thermometer diente zur Bestimmung der Zimmertemperatur.

Die Versuche wurden in meinem Arbeitszimmer vorgenommen. Dieses ist ein rechtwinckeliges Balkonzimmer, misst in der Länge 4,20 m, in der Breite 3,45 m, in der Höhe 3,60 m und liegt auf der südwestlichen Seite der Wohnung. Die eine schmale Seite führt durch eine Glasthüre nach aussen auf den Balkon, die entgegengesetzte nach dem Vorraume der Wohnung. Von hier aus gesehen, stand der Isolirkasten in der linken äusseren Ecke auf einem Tische von gewöhnlicher Höhe.

Die Einleitung der Versuche geschah in folgender Weise. Der Kolben wurde mit dem zu prüfenden Stoffe bekleidet, mit warmem Wasser gefüllt, und, nachdem die Zimmer- und Kastentemperatur notirt, sofort in den Kasten gebracht, worauf dieser möglichst luftdicht verschlossen wurde.

Zur Prüfung kamen folgende Stoffe:

A. Dichte Stoffe.

1. Leinen.

*) 4 Qualitäten, von Gebr. Schmid, Zürich.
*) 4 » » Karl Schlier, Würzburg.
*) 3 » » M. F. Ehring, Münster i. W.
*) 3 » » Gustav Grau, Fulda.

2. Baumwolle.

*) 5 Qualitäten, von Gebr. Schmid, Zürich.

3. Wolle.

3 Qualitäten, in Flanelle fixe, von Gustav Wiedersheim, Zürich.

B. Poröse Stoffe.

1. Leinen.

3 Qualitäten, von F. V. Grünfeld, Landeshut in Schlesien.
*) 2 » » M. F. Ehring, Münster i. W.
3 » » Mechanische Leinenspinnerei Memmingen.
2 » » Patent-Flachs-Wirkerei Köln.
5 » » Augsburger Mechan. Tricotwaarenfabrik, Pfersee-Augsburg.

2. Baumwolle.

2 Qualitäten, von E. F. Bank, Bielefeld.
3 » » Dr. Lahmann's Tricot.

3. Wolle.

2 Qualitäten, von Dr. G. Jäger's Tricot.

Die mit *) bezeichneten Stoffe wurden vor dem Gebrauche in Seifenwasser mit Soda eine Stunde lang gekocht, in kaltem Wasser tüchtig ausgewaschen und an der Sonne getrocknet.

Sämmtliche Stoffe wurden zur ersten Prüfung dem Kolben glatt und straff und möglichst faltenlos aufgenäht, damit Kolbenoberfläche und Stoff in möglichst enge Berührung mit einander kamen und die zwischen beiden liegende Luftschichte auf ein Minimum reducirt wurde. Bei einer weiteren Versuchsreihe wurde ein 53 bis 55 cm^2 grosses Stück des Stoffes dem Kolben nur ganz lose und faltig umgelegt, so dass die Luftschichte zwischen Kolbenoberfläche und Stoff und im Stoffe selbst gegenüber der ersten Art der Umkleidung bedeutend vermehrt war und der Stoff die Kolbenoberfläche nicht mehr gleichmässig berührte. In einer dritten Versuchsreihe kam zwischen Kolben und Stoff noch eine Einlage von Patent-Zellenstoff. Es ist dies ein grossmaschiges, hochliegendes Netz aus Flachsgespinnst, ohne Knoten, aber mit gleich unauflösbarer Bindung wie ein solcher. Nicht nur die grossen Zellen, welche das Netz zusammensetzen, sind mit Luft gefüllt; auch die Stäbchen des Netzes sind luftführend. Der Patentzellenstoff stammt aus der Patent-Flachs-Wirkerei Köln (Schönherr & Co.). Die Einlage, die den Kolben ebenfalls nur ganz locker und faltig einhüllte, bewirkte eine Verstärkung der Luftschichte zwischen Kolbenoberfläche und Bekleidungsstoff und verhinderte zudem die directe Berührung beider.

Das Ablesen der Temperaturen geschah anfänglich halbstündlich, in der Lage von 40° bis 35° alle 10 Minuten. Später las ich die Temperaturen gleichmässig alle Viertelstunden ab und rechnete die ersteren Tabellen diesen entsprechend um. Die

in den nachfolgenden Tabellen aufgeführten Zahlen sind die Mittelwerthe der drei direct bestimmten Kolben- und Kastentemperaturen.

Controle.

Eine wiederholte Prüfung des leeren Kastens ergab, dass die Zimmertemperatur mit zunehmender Steigerung, namentlich in den Nachmittagsstunden, immerhin etwelchen, wenn auch nicht grossen Einfluss auf die Innentemperatur des Kastens ausübte. Um die Schwankungen der Zimmertemperatur möglichst herabzusetzen, blieb die Balkonthüre beständig geschlossen, während die über derselben befindliche Fensterklappe und die in den Vorraum der Wohnung führende Thüre geöffnet blieben. Ueberdies wurden die Sonnenstrahlen durch Storen am directen Eintritt in's Zimmer gehindert. Indem ich ferner den Beginn der Grosszahl der Versuche in die frühen Morgenstunden (4 Uhr) verlegte, erreichte ich, dass derjenige Abschnitt der Versuche, der für meine Zwecke hauptsächlich in Betracht kommt (40° bis 30°) noch in eine Tageszeit fiel, wo die Zimmertemperatur nur ganz unbedeutenden Schwankungen unterworfen war, welche noch keine nachweisbaren Rückwirkungen auf die Kastentemperaturen verursachten.

Das Verhalten des unbekleideten Kolbens zur Kastentemperatur wurde nach verschiedenen Richtungen hin geprüft. Einmal bei unverschlossenem Kasten und zwar einerseits bei offener, andererseits bei geschlossener Balkonthüre. Dann wurde die Kastenöffnung mit einem Peluche-Teppich verhängt, der dann natürlich bei jedem Ablesen gelüftet werden musste. Ferner wurde die Aussenseite des Kolbens mit Schuhwichse angestrichen, wodurch die glatte, glänzende Oberfläche in eine matte, unebene, der menschlichen Haut mehr ähnliche Oberfläche verwandelt wurde.

Es zeigt sich nun, dass bei allen Controlversuchen, wie bei den Versuchen mit Hautbekleidungsstoffen der Typus des Sinkens der Kolbentemperatur sich gleich bleibt, dass das Bestreichen des Kolbens mit Schuhwichse dieselbe Wirkung äussert, wie ein straffer Ueberzug eines Hautbekleidungsstoffes und dass beim nackten Kolben das Sinken seiner Temperatur, namentlich

in den ersten Versuchsstunden, durchschnittlich ein merklich rascheres ist als beim bekleideten Kolben. Bei offenem Kasten sinkt die Temperatur etwas rascher, wenn ausser der Zimmerthüre auch die Balkonthüre geöffnet ist, d. h. wenn Durchzug im Zimmer besteht, als wenn die Balkonthüre geschlossen bleibt. Auch das Verhängen der Kastenöffnung mit einem Peluche-Teppiche übt einen merklich hemmenden Einfluss aus auf das Sinken der Kolbentemperatur.

Die Versuche im geschlossenen Kasten zeigen auf den ersten Blick auffallende Verschiedenheiten im Sinken der Kolbentemperatur. Diese kommen hauptsächlich auf Rechnung der verschiedenen Anfangstemperaturen. Führen wir nämlich die vorliegenden Zahlen auf die gleiche Anfangstemperatur zurück, so stehen sich die mittelst arithmetischer Gleichung erhaltenen Zahlen viel näher.

Resultate.

Es war zunächst nothwendig, zu prüfen, in welchem Grade die Temperatur der Luft des äusseren Kastens, an welche der mit Wasser gefüllte Kolben seine Wärme abgab, als constant angesehen werden konnte. Hierüber wurden mehrere Versuche angestellt, von denen ich einen in Tabelle 1 mittheile. Dieselbe ergibt in 48 Stunden eine Gesammtschwankung von $\pm$ 2° um die Mittellage.

Sodann wurde die Abkühlung des Kolbens ohne Umhüllung unter verschiedenen Bedingungen geprüft, worüber Tabelle 2 Aufschluss gibt. Es hatte dies wesentlich den Zweck, zu untersuchen, welchen Einfluss die Nebenumstände, wie sie unter dem Abschnitt Controle angegeben sind, auf die Abkühlung haben können. In dieser wie in den folgenden Tabellen sind zunächst die Originalablesungen gegeben. Am Schlusse derselben sind die Zahlen resumirt, indem 1. angegeben ist, wie gross der Temperaturabfall pro Stunde in der 1. bis 6. Stunde; 2. wie gross der Temperaturabfall pro Stunde während dem Temperaturintervall von 40,5°—31,5° (welches als das physiologisch interessanteste angesehen wurde), 3. wie viel Stunden gebraucht wurden, um dieses Intervall zu durchlaufen.

Es folgen dann die Tabellen 3 bis 9, welche diese Ablesungen in derselben Anordnung zeigen für die verschiedenen Gewebe, mit welchen der Kolben successive umhüllt wurde. Tabelle 10 enthält eine Zusammenstellung der Durchschnittstemperaturen des Versuchskastens und des Zimmers. Tabelle 11 gibt eine Uebersicht und Beschreibung der Gewebe. Tabelle 12 enthält die Zusammenstellung des Temperaturabfalles pro Stunde (für das Intervall von 40,5°—31,5°) für alle untersuchten Gewebe. Tabelle 13 endlich gibt eine Zusammenstellung der Mittelzahlen des Temperaturabfalles für die verschiedenen Typen der untersuchten Gewebe, also geordnet nach dem Stoffe (Leinen, Baumwolle, Wolle), nach der Art des Webens und nach der Art des Umhüllens, glatt, faltig oder mit Einlage.

Da nach dem in der Einleitung Gesagten der Temperaturabfall pro Stunde als der Massstab für die Wärmedurchlässigkeit der Gewebe angesehen werden kann, so sind die Schlussresultate unmittelbar aus diesen beiden Tabellen abzulesen.

1. Die Kolbentemperatur sinkt um so rascher, je glatter, straffer, faltenloser der Stoff der Kolbenoberfläche anliegt; um so langsamer, je loser und faltiger er den Kolben umgibt.

2. Der Unterschied im Verhalten der einzelnen Faserstoffe (Leinwand, Baumwolle, Wolle) unter sich und gegenseitig ist ein überraschend kleiner; er beweist, dass das raschere oder langsamere Sinken der Kolbentemperatur weniger von der Art des Faserstoffes, als von der Art des Gewebes und der Umhüllung abhängt. Also nicht der einzelne Faserstoff als solcher ist das Wesentliche, das die Wärmeabgabe des Kolbens regulirt, sondern die Luftschicht, welche den Kolben direct umgibt, deren Mächtigkeit bedingt wird einerseits durch die Art des Gewebes, andererseits durch die Art der Umhüllung.

3. Es wird demnach ein trockener Hautbekleidungsstoff die Körperwärme um so eher conserviren und daher zur Hautbekleidung um so geeigneter sein, eine je grössere Menge von Luft er ceteris paribus an der Oberfläche des Körpers ruhend festzuhalten im Stande ist.

Verhalten der Kastentemperatur zur Zimmertemperatur.

Tabelle 1. 14 bis 16. August 1891.

Zeit	Zimmertemperatur	Kastentemperatur U.	Kastentemperatur M.	Kastentemperatur O.	Mittel	Differenz
14. 6 A.	25,5	23,0		23,25	23,0	— 2,5
7	23,0	22,75		23,0	22,75	— 0,25
8	22,0	22,5		22,5	22,5	+ 0,5
9	22,0	22,25		22,25	22,25	+ 0,25
10	21,5	22,0		22,0	22,0	+ 0,5
11	21,0	21,5		21,5	21,5	+ 0,5
15. 5 M.	19,5	20,0		20,0	20,0	+ 0,5
6	19,0	19,5		19,5	19,5	+ 0,5
7	19,5	19,5		19,5	19,5	+ 0,5
8	19,75	19,5		19,5	19,5	— 0,25
9	20,0	19,75		20,0	19,75	— 0,25
10	20,5	20,0		20,0	20,0	— 0,5
11	20,75	20,25		20,5	20,25	— 0,5
12	21,0	20,5		20,5	20,5	— 0,5
1	22,0	20,75		21,0	20,75	— 1,25
2	22,75	21,0	21,25	21,25	21,25	— 1,5
3	23,75	21,5	21,75	22,0	21,75	— 2,0
4	24,5	22,0	22,25	22,5	22,25	— 2,25
5	24,5	22,25	22,75	23,0	22,75	— 1,75
6	24,0	22,75	23,0	23,25	23,0	— 1,0
7	23,5	23,0	23,25	23,5	23,25	— 0,25
8	23,0	23,0		23,0	23,0	— 0,25
9	23,0	22,75		23,0	22,75	— 0,25
10	22,5	22,75		23,0	22,75	+ 0,25
16. 5 M.	21,0	21,5		21,5	21,5	+ 0,5
6	21,0	21,5		21,5	21,5	+ 0,5
7	21,25	21,5		21,5	21,5	+ 0,25
8	21,5	21,5		21,5	21,5	+ 0,25
9	21,5	21,5		21,5	21,5	+ 0,25
10	21,5	21,5		21,5	21,5	+ 0,25
11	22,0	21,75		21,75	21,75	— 0,25
12	21,5	21,75		21,75	21,75	+ 0,25
1	21,25	21,75		21,75	21,75	+ 0,5
2	21,75	21,75		21,75	21,75	+ 0,5
3	22,25	21,75		22,0	21,75	— 0,5
4	21,75	21,75		21,75	21,75	— 0,5
5	21,25	21,75		21,75	21,75	+ 0,5
6	21,25	21,75		21,75	21,75	+ 0,5
7	21,0	21,5		21,5	21,5	+ 0,5
8	21,0	21,25		21,25	21,25	+ 0,25
9	20,75	21,0		21,0	21,0	+ 0,25

Kolben-Temperaturen. a) Kolben ohne Umhüllung. Tabelle 2.

Stunden	Kasten und Thüren offen 1	Kasten offen Balkonthüre geschlossen 2	Kasten mit Peluche-Teppich verhangen; Thüren offen 3	Kasten verschlossen 4	Verstärkter Deckelverschluss 5	 6	Kolben mit Schuhwichse angestrichen 7
0.	52,0	53,0	52,0	52,5	51,0	53,5	51,0
15	49,75	50,75	50,25	50,25	49,25	51,5	49,25
30	48,0	49,0	48,75	48,25	47,75	49,75	47,75
45	46,25	47,5	47,5	47,0	46,5	48,25	46,5
1.	44,75	46,0	46,25	45,75	45,25	47,0	45,25
15	43,25	44,5	45,0	44,5	44,0	45,75	44,0
30	41,75	43,0	43,75	43,5	42,75	44,5	42.75
45	40,5	41,75	42,75	42,5	41,75	43,25	41.75
2.	39,5	40,5	41,75	41,5	40,75	42,0	40,75
15	38,5	39,25	40,75	40,5	39,75	40,75	40,0
30	37,5	38,25	39,75	39,5	39,0	39,75	39,25
45	36,5	37,25	38,75	38,5	38,25	38,75	38,5
3.	35,5	36,25	37,75	37,5	37.5	37.75	37,75
15	34,5	35,25	37,0	36,75	36,75	37,0	37,0
30	33.75	34,5	36,25	36,0	36,25	36,25	36,25
45	33,0	33,75	35,5	35,25	35,75	35,5	35,5
4.	32,25	33.0	34,75	34,5	35,25	34,75	34,75
15	31,5	32.25	34,0	33,75	34,75	34,0	34,0
30	31.0	31,5	33,25	33,25	34,25	33,25	33,5
45	30,5	30,75	32,75	32,75	33,75	32,5	33,0
5.	30,0	30,25	32,25	32,25	33,25	32,0	32,5
15	29,5	29,75	31,75	31,75	32.75	31,5	32,0
30	29,0	29,25	31,25	31,25	32.25	31,0	31,5
45	28,5	28,75	30,75	30,75	31,75	30,5	31,0
6.	28,0	28,25	30,25	30,25	31,25	30,0	30,5
·15	27,5	27,75	29,75	29,75	30,75	29,5	30,0
30	27,0	27.25	29,25	29,25	30,25	29,0	29,5
45	26,5	26,75	28,75	28,75	29,75	28,5	29,0
7.	26.25	26,25	28.25	28,25	29.25	28,0	28,5
15	26,0	26,0	28,0	27,75	29,0	27,5	28,25
30	25,75	25,75	27,75	27,25	28,75	27,25	28,0
45	25,5	25,5	27,5	27,0	28.5	27,0	27,75
8.	25,25	25,25	27,25	26,75	28,25	26,75	27,5
15	25,0	25,0	27,0	26,5	28.0	26.5	27.25
30	24,75	24,75	26,75	26,25	27,75	26,25	27,0
45	24,5	24,5	26,5	26,0	27,5	26,0	26,75
9.	24,25	24,25	26,25	25,75	27,25	25,75	26,5
15	24,0	24,0	26,0	25,5	27,0	25,5	26,25
30	23,75	23,75	25,75	25,25	26,75	25.25	26,0
45	23,5	23,5	25,5	25,0	26,5	25,0	25,75
10.	23,25	23,25	25,25	24,75	26,25	24.75	25,5
15	23,0	23,0	25,0	24,5	26,0	24,5	25,25
30		22,75	24,75	24,25		24.25	25,0
45	22,75	22,5	24,5	24,0	25,75	24,0	24,75
11.			24,25	23,75		23,75	
Temperaturabfall pro Stunde: in der 1. bis 6. Stunde	4,0	4,0	3,5	3,75	3,25	4,0	3,5
Temperaturabfall pro Stunde: während dem Temperaturintervall von 40,5° bis 31,5°	3,6	3,6	3,0	2,92	2,4	2,51	2,84
Stunden, welche gebraucht wurden, um dieses Intervall zu durchlaufen . . .	$2,^{30}$	$2,^{30}$	3	$3,^{05}$	$3,^{45}$	$2,^{55}$	$3,^{10}$

Tabelle 3. **b) Kolben mit Umhüllung.**

Stunden	1. Dichte Stoffe												
	Leinen												
	glatt anliegend												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Gewicht pr.m²	150,0	220,0	230,0	230,0	240,0	240,0	260,0	270,0	300,0	310,0	320,0	350,0	430,0
0.	51,5	49,5	58,0	50,5	58,5	53,0	46,5	51.5	52,0	54,0	50,0	52,5	52,5
15	49,75	48,0	56.0	48.5	51,0	51 25	44,75	50,0	49,75	52,0	48,25	50.5	50,5
30	48,25	46,75	54,25	46,75	49,0	49,75	43.25	48,75	48,0	51,25	46,75	48,75	48,75
45	46,75	45,5	52,5	45,25	47,5	48,5	42,0	47,5	46,5	49,75	45,5	47,25	47,25
1.	45,5	44,25	51,0	44,0	46,25	47,25	41.0	46,5	45,25	48,5	44,5	46,0	46,0
15	44,25	43.25	49.5	42,75	45.0	46,0	40,0	45,5	44,25	47,25	43,5	45,0	44,75
30	43,25	42,25	48,0	41,5	44.0	45,0	39,0	44,5	43,25	46,0	42,5	44,0	43,5
45	42.25	41,25	46,75	40.5	43,0	44,0	38,0	43,5	42,25	45,0	41,5	43,0	42,5
2.	41,25	40,5	45 5	39,5	42,0	43,0	37,0	42,75	41,25	44,0	40,75	42,0	41,5
15	40,25	39,75	44,25	38,5	41,0	42,0	36.0	42,0	40,25	43,0	40,0	41,0	40,5
30	39,25	39,0	43,0	37,5	40,0	41,25	35,25	41,25	39,25	42,0	39,25	40,0	39,5
45	38,25	38,25	41,75	36,5	39,0	40,5	34,5	40,5	38,5	41,0	38,5	39,0	38.5
3.	37.5	37,5	40.75	35,75	38,25	39,75	33,75	39,75	37,75	40,25	37,75	38,0	37,75
15	36,75	36.75	39,75	34,5	37,5	39,0	33,0	39,0	37,0	39,5	37,0	37,25	37,0
30	36,0	36,0	38 75	34,25	36,75	38,25	32,25	38,25	36,25	38,75	36,5	36,5	36.25
45	35,25	35,25	37,75	33,5	36,0	37,5	31,5	37,75	35,5	38,0	36,0	35,75	35,5
4.	34.5	34,5	37,0	32,75	35,25	36,75	30.75	37,25	34.75	37,25	35,5	35.0	34,75
15	33,75	34,0	36,25	32,0	34.5	36,0	30.0	36,75	34,0	36,5	35,0	34,25	34,0
30	33,0	33 5	35.5	31,25	33,75	35,25	29,5	36,25	33,5	35,75	34,5	33,5	33,25
45	32,5	33,0	34,75	30,75	33,25	34,75	29,0	35,75	33,0	35,0	34,0	33,0	32,75
5.	32,0	32,5	34.0	30.25	32.75	34,25	28,5	35,25	32,5	34,5	33,5	32,5	32,25
15	31.5	32,0	33,25	29,75	32,25	33,75	28,0	34,75	32,0	34,0	33,0	32,0	31,75
30	31,0	31,5	32,75	29,25	31,75	33,25	27,5	34,25	31,5	33,5	32,5	31,5	31,25
45	30,5	31,0	32,25	28,75	31,25	32,75	27,0	33,75	31,0	33,0	32,0	31,0	30,75
6.	30,0	30,5	31,75	28,25	30,75	32,25	26,5	33,25	30,5	32.5	31,5	30,5	30,25
15	29,5	30,0	31,25	27,75	30,25	31,75	26,0	32,75	30,0	32,0	31,0	30.0	29,75
30	29,0	29,5	30,75	27,25	29,75	31.25	25,75	32,25	29,5	31,5	30,75	29,5	29,25
45	28,5	29,25	30,25	26,75	29,25	30,75	25,5	31,75	29,0	31,0	30,5	29,0	28,75
7.	28,0	29,0	29,75	26.25	28,75	30.25	25,25	31,25	28,5	30.5	30,25	28.5	28.25
15	27,5	28,75	29,25	26,0	28,25	29.75	25,0	30,75	28.0	30,0	30,0	28,0	27,75
30	27,25	28,5	28,75	25,75	27,75	29,25	24,75	30,5	27,5	29,5	29,75	27,5	27,5
45	27,0	28,25	28,25	25,5	27,5	29,0	24,5	30,25	27,0	29,0	29,5	27,0	27,25
8.	26,75	28,0	27,75	25,25	27,25	28,75	24,25	30,0	26,75	28,5	29,25	26,75	27,0
15	26,5	27,75	27,5	25,0	27,0	28,5	24,0	29,75	26,5	28,25	29,0	26,5	26,75
30	26,25	27,5	27,25	24,75	26,75	28,25	23,75	29,5	26,25	28,0	28,75	26,25	26,5
45	26,0	27,25	27,0	24,5	26,5	28,0	23,5	29,25	26,0	27,75	28,5	26,0	26,25
9.	25,75	27,0	26,75	24.25	26,25	27,75	23,25	29,0	25,75	27,5	28,25	25,75	26,0
15	25,5	26,75	26,5	24,0	26,0	27,5	23,0	28,75	25,5	27,25	28,0	25,5	25,75
30	25,25	26,5	26,25	23,75	25,75	27,25	22,75	28,5	25,25	27,0	27,75	25,25	25,5
45	25,0	26.25	26,0	23,5	25.5	27,0	22,5	28,25	25,0	26,75	27,5	25,0	25,25
10.	24,75	26,0	25,75	23,25	25,25	26,75	22,25	28,0	24,75	26,5	27,25	24.75	25,0
15	24,5	25,75	25.5	23,0	25.0	26,5	22,0	27,75	24,5	26,25	27,0	24,5	24.75
30	24,25	25,5	25,25	22,75	24,75	26.25		27,5	24,25	26,0	26,75	24.25	24 5
45	24,0	25,25	25,0	22,5	24,5	26,0	21.75	27,25	24,0	25,75		24,0	24,25
11	23,75	25,0	24.75		24,25	25,75		27,0	23,75	25,5	26,5	23,75	24,0
Temperaturabfall pro Stunde in der 1. bis 6. Stunde	3,5	3,25	4,25	3,75	3,75	3,5	3,25	3,0	3,5	3,75	3,0	3,75	3,75
Temperaturabfall pro Stunde während dem Temperaturintervall von 40,5° bis 31,5°	2,92	2,57	3,0	3,48	2,84	2,51	3,37	2.2	2,7	2,51	2,3	2,84	2,92
Stunden, welche gebraucht wurden, um dieses Intervall zu durchlaufen	3,05	3,30	3	2,35	3,10	3,35	2,40	4,05	3,20	3,35	3,55	3,10	3,05

b) Kolben mit Umhüllung. Tabelle 4.

Stunden	I. Dichte Stoffe												
	Leinen			Baumwolle						Wolle			
	glatt	M.P.Z.St. Einlage glatt	M.P.Z.St. Einlage faltig	glatt	glatt	glatt	glatt	glatt	M. P.Z.-St. Einl. faltig	glatt	glatt	glatt	M. P.Z.-St. Einl. faltig
	anliegend			anliegend						anliegend			
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Gewicht pr. m²	130,0			110,0	120,0	140,0	200,0	170,0		200,0	260,0	230,0	
0.	52,0	50,75	50,5	55,0	53,75	49,5	51,5	51,75	50,5	51,5	54,0	52,0	51,75
15	50,5	49,25	49,0	53,25	52,0	48,0	49,5	49,75	49,25	49,75	52,25	50,25	50,5
30	49,25	48,0	47,75	51,75	50,5	46,75	48,0	48,0	48,25	48,25	50,75	49,0	49,5
45	48,0	46,75	46,75	50,5	49,25	45,75	46,75	46,75	47,5	47,0	49,5	47,75	48,5
1.	46,75	45,75	46,0	49,25	48,25	44,75	45,5	45,5	46,75	46,0	48,25	46,75	47,5
15	45,5	44,75	45,25	48,0	47,25	43,75	44,25	44,25	46,0	45,0	47,0	45,75	46,75
30	44,25	43,75	44,5	46,75	46,25	43,0	43,25	43,25	45,25	44,0	46,0	44,75	46,0
45	43,25	42,75	43,75	45,75	15,25	42,25	12,25	42,25	44,5	43,0	15,0	43,75	45,25
2.	42,25	42,0	43,0	44,75	44,25	41,5	41,25	41,25	43,75	42,0	44,0	42,75	44,5
15	41,25	41,25	42,25	43,75	43,25	40,75	40,25	40,25	43,0	41,0	43,0	41,75	43,75
30	40,25	40,5	41,5	42,75	42,5	40,0	39,25	39,5	42,5	40,0	42,0	40,75	43,0
45	39,25	39,75	40,75	41,75	41,75	39,25	38,25	38,75	42,0	39,25	41,25	40,0	42,25
3.	38,5	39,0	40,0	41,0	41,0	38,5	37,5	38,0	41,5	38,5	40,5	39,25	41,5
15	37,75	38,25	39,25	40,25	40,25	37,75	36,75	37,25	41,0	37,75	39,75	38,5	41,0
30	37,0	37,5	38,75	39,5	39,5	37,0	36,0	36,5	40,5	37,0	39,0	37,75	40,5
45	36,25	36,75	38,25	38,75	38,75	36,25	35,25	35,75	40,0	36,25	38,25	37,0	40,0
4.	35,5	36,0	37,75	38,0	38,25	35,75	34,5	35,0	39,5	35,5	37,5	36,25	39,5
15	34,75	35,25	37,25	37,25	37,75	35,25	33,75	34,25	39,0	35,0	36,75	35,5	39,0
30	34 0	34,75	36,75	36,75	37,25	34,75	33,0	33,5	38,5	34,5	36,0	35,0	38,5
45	33,5	34,25	36,25	36,25	36,75	31,25	32,25	33,0	38,0	34,0	35,5	34,5	38,0
5.	33,0	33,75	35,75	35,75	36,25	33,75	31,75	32,5	37,5	33,5	35,0	31,0	37,5
15	32,5	33 25	35,25	35,25	35,75	33,25	31,25	32,0	37,0	33,0	34,5	33,5	37,0
30	32,0	32,75	34,75	34,75	35,25	32,75	30,75	31,5	36,5	32,5	34,0	33,0	36,5
45	31,5	32,25	34,25	34,25	34,75	32,25	30,25	31,0	36,0	32,0	33,5	32,5	36,0
6.	31,0	31,75	33,75	33,75	34,25	31,75	29,75	30,5	35,5	31,5	33,0	32,0	35,5
15	30,5	31,25	33,25	33,25	33,75	31,25	29,25	30,0	35,0	31,0	32,5	31,5	35,0
30	30,0	30,75	32,75	32,75	33,25	30,75	28,75	29,5	34,5	30,5	32,0	31,0	34,5
45	29,5	30,25	32,25	32,25	32,75	30,5	28,25	29,0	34,0	30,0	31,5	30,5	34,0
7.	29,0	29,75	31,75	31,75	32,25	30,25	27,75	28,5	33,5	29,5	31,0	30,0	33,5
15	28,75	29,5	31,25	31,25	31,75	30,0	27,25	28,0	33,0	29,0	30,5	29,5	33,0
30	28,5	29,25	31,0	30,75	31,25	29,75	27,0	27,5	32,5	28,75	30,0	29,25	32,75
45	28,25	29,0	30,75	30,5	31,0	29,5	26,75	27,25	32,25	28,5	29,5	29,0	32 5
8.	28,0	28,75	30,5	30,25	30,75	29,25	26,5	27,0	32,0	28,25	29,25	28,75	32,25
15	27,75	—	30,25	30,0	30,5	29,0	26,25	26,75	31,75	28,0	29,0	28,5	32,0
30	27,5	—	30,0	29,75	30,25	28,75	26,0	26,5	31,5	27,75	28,75	28,25	31,75
45	27,25	—	29,75	29,5	30,0	28,5	25,75	26,25	31,25	27,5	28,5	28,0	31,5
9.	27,0	—	29,5	29,25	29,75	28,25	25,5	26,0	31,0	27,25	28,25	27,75	31,25
15	26,75	—	—	29,0	29,5	28,0	25,25	25,75	30,75	27,0	28,0	27,5	31,0
30	26,5	—	—	28,75	29,25	27,75	25,0	25,5	30,5	26,75	27,75	27,25	30,75
45	26,25	—	—	28,5	29,0	27,5	24,75	25,25	30,25	26,5	27,5	27,0	30,5
10	26,0	—	—	28,25	28,75	27,25	24,5	25,0	30,0	26,25	27,25	26,75	30,25
15	25,75	—	—	28,0	28,5	27,0	24,25	24,75	29,75	26,0	27,0	26,5	30,0
30	25,5	—	—	27,75	28,25	26,75	24,0	24,5	29,5	25,75		26,25	29,75
45	25,25	—	—	27,5	28,0	26,5	23,75	24,25	29,25	25,5	26,75	26,0	29,5
11	25,0	—	—	27,25	27,75		23,5	24,0	29,0	25,25		25,75	29,25
Temperaturabfall pro Stunde in der 1. bis 6. Stunde	3,5	3,25	2,75	3,5	3,25	3,0	3,75	3,5	2,5	3,25	3,5	3,25	2,75
Temperaturabfall pro Stunde während dem Temperaturintervall von 40,5° bis 31,5°	3,86	2,51	2,12	2,35	2,12	2,4	3,0	2,7	1,8	2,45	2,4	2,45	1,71
Stunden, welche gebraucht wurden, um dieses Intervall zu durchlaufen	2,20	3,35	4,15	3,50	4,15	3,45	3	3,20	5	3,40	3,45	3,40	5,15

Tabelle 5.

b) Kolben mit Umhüllung

Stunden	2. Poröse Stoffe											
	Leinen, Flechtgewebe				Leinen P. Maschenstoff		Leinen-Tricot					
	Glatt anliegend				glatt anliegend	M.P.Z.-St. faltig anliegend	glatt	faltig	M.P.Z.-St. faltig anliegend	glatt	faltig	M.P.Z.-St. faltig
	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
Gewicht pr. m²	230,0	250,0	280,0	300,0	170,0		130,0			180,0		
0.	52,5	53,0	52,25	51,5	54,0	53,0	51,0	51,25	54,0	51,5	51,0	52,0
15	50,75	51,25	50,5	50,0	52,25	51,75	49,25	49,75	52,5	49,75	49,5	50,5
30	49,25	49,75	49,0	48,75	50,75	50,75	47,75	48,5	51,5	48,25	48,25	49,5
45	48,0	48,5	47,75	47,5	49,5	49,75	46,5	47,25	50,5	47,0	47,0	48,5
1.	46,75	47,25	46,5	46,25	48,25	48,75	45,25	46,25	49,5	45,75	45,75	47,5
15	45,75	46,0	45,25	45,25	47,25	47,75	44,0	45,25	48,5	44,75	44,75	46,5
30	44,75	44,75	44,0	44,25	46,25	47,0	42,75	44,25	47,5	43,75	43,75	45,5
45	43,75	43,75	42,75	43,25	45,25	46,25	41,75	43,25	46,5	42,75	42,75	44,75
2.	42,75	42,75	41,75	42,25	44,25	45,5	40,75	42,25	45,75	41,75	41,75	44,0
15	41,75	41,75	40,75	41,5	43,25	44,75	39,75	41,5	45,0	40,75	41,0	43,25
30	40,75	40,75	39,75	40,75	42,25	44,0	38,75	40,75	44,25	39,75	40,25	42,5
45	40,0	40,0	38,75	40,0	41,5	43,25	37,75	40,0	43,5	39,0	39,5	41,75
3.	39,25	39,25	37,75	39,25	40,75	42,5	37,0	39,25	42,75	38,25	38,75	41,0
15	38,5	38,5	37,0	38,5	40,0	41,75	36,25	38,5	42,0	37,5	38,0	40,25
30	37,75	37,75	36,25	37,75	39,25	41,25	35,5	37,75	41,25	36,75	37,25	39,5
45	37,0	37,0	35,5	37,0	38,5	40,75	34,75	37,0	40,5	36,0	36,5	38,75
4.	36,25	36,25	34,75	36,25	37,75	40,25	34,0	36,5	40,0	35,25	35,75	38,25
15	35,5	35,5	34,0	35,75	37,0	39,75	33,25	36,0	39,5	34,5	35,0	37,75
30	35,0	34,75	33,25	35,25	36,25	39,25	32,5	35,5	39,0	34,0	34,25	37,25
45	34,5	34,25	32,5	34,75	35,75	38,75	31,75	35,0	38,5	33,5	33,75	36,75
5.	34,0	33,75	32,0	34,25	35,25	38,25	31,25	34,5	38,0	33,0	33,25	36,25
15	33,5	33,25	31,5	33,75	34,75	37,75	30,75	34,0	37,5	32,5	32,75	35,75
30	33,0	32,75	31,0	33,25	34,25	37,25	30,25	33,5	37,0	32,0	32,25	35,25
45	32,5	32,25	30,5	32,75	33,75	36,75	29,75	33,0	36,5	31,5	31,75	34,75
6.	32,0	31,75	30,0	32,25	33,25	36,25	29,25	32,5	36,0	31,0	31,25	34,25
15	31,5	31,25	29,5	31,75	32,75	35,75	28,75	32,0	35,5	30,5	30,75	33,75
30	31,0	30,75	29,0	31,25	32,25	35,25	28,25	31,5	35,0	30,0	30,25	33,25
45	30,5	30,25	28,5	30,75	31,75	34,75	27,75	31,0	34,5	29,5	29,75	32,75
7.	30,0	29,75	28,0	30,25	31,25	34,25	27,25	30,5	34,0	29,25	29,25	32,25
15	29,5	29,25	27,5	29,75	30,75	33,75	—	30,25	33,5	—	28,75	31,75
30	29,0	28,75	27,0	29,5	30,25	33,25	—	30,0	33,0	—	28,25	31,25
45	28,75	28,5	26,75	29,25	29,75	33,0	—	29,75	32,5	—	28,0	30,75
8.	28,5	28,25	26,5	29,0	29,5	32,75	—	29,5	32,0	—	27,75	30,25
15	28,25	28,0	26,25	28,75	29,25	32,5	—	—	31,5	—	—	30,0
30	28,0	27,75	26,0	28,5	29,0	32,25	—	—	31,0	—	—	29,75
45	27,75	27,5	25,75	28,25	28,75	32,0	—	—	30,75	—	—	29,5
9.	27,5	27,25	25,5	28,0	28,5	31,75	—	—	30,5	—	—	29,25
15	27,25	27,0	25,25	27,75	28,25	31,5	—	—	30,25	—	—	—
30	27,0	26,75	25,0	27,5	28,0	31,25	—	—	30,0	—	—	—
45	26,75	26,5	24,75	27,25	27,75	31,0	—	—	29,75	—	—	—
10.	26,5	26,25	24,5	27,0	27,5	30,75	—	—	29,5	—	—	—
15	26,25	26,0	24,25	26,75	27,25	30,5	—	—	—	—	—	—
30	26,0	25,75	24,0	26,5	27,0	30,25	—	—	—	—	—	—
45	25,75	25,5	23,75	26,25	26,75	30,0	—	—	—	—	—	—
11.		25,25	23,5	26,0	26,5	29,75	—	—	—	—	—	—
Temperaturabfall pro Stunde: in der 1. bis 6. Stunde	3,25	3,5	3,75	3,25	3,5	2,75	3,5	3,0	3,0	3,5	3,25	3,0
Temperaturabfall pro Stunde: während dem Temperaturintervall von 40,5° bis 31,5°	2,0	2,57	3,09	2,4	2,4	1,66	3,27	2,3	2,0	2,63	2,57	2,12
Stunden, welche gebraucht wurden, um dieses Intervall zu durchlaufen	3,40	3,50	2,55	3,45	3,45	5,25	2,45	3,55	4,30	3,25	3,30	4,15

b) Kolben mit Umhüllung. Tabelle 6.

Stunden	2. Poröse Stoffe: Grünfeld's Ventilations-Leinen, glatt, anliegend	Grünfeld's Ventilations-Leinen, faltig, anliegend	Grünfeld's Ventilations-Leinen, M. P. Z. St. faltig, anliegend	Leinen-Tricot, glatt, anliegend	Leinen-Tricot, faltig, anliegend	Leinen-Tricot, M. P. Z. St. faltig, anliegend	Leinen Pal. Maschenstoff, glatt, anliegend	Leinen Pal. Maschenstoff, faltig, anliegend	Leinen Pal. Maschenstoff, M. P. Z. St. faltig, anliegend	Leinen-Flechtgewebe, glatt, anliegend	Leinen-Flechtgewebe, faltig, anliegend	Leinen-Flechtgewebe, M. P. Z. St. faltig, anliegend
	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Gewicht pr. m²	140,0			190,0			240,0			250,0		
0.	52,5	51,25	53,75	50,75	51,0	51,5	51,5	51,25	51,25	53,0	52,25	51,25
15	51,0	50,0	52,5	49,25	49,75	50,25	50,0	49,75	50,0	51,25	50,75	50,0
30	49,75	48,75	51,25	48,0	48,5	49,25	48,75	48,5	49,0	49,75	49,5	49,0
45	48,5	47,5	50,25	46,75	47,5	48,25	47,5	47,5	48,0	48,5	48,5	48,0
1.	47,25	46,25	49,25	45,75	46,5	47,25	46,25	46,5	47,0	47,25	47,5	47,0
15	46,0	45,25	48,25	44,75	45,5	46,25	45,25	45,5	46,0	46,25	46,5	46,0
30	45,0	44,25	47,25	43,75	44,5	45,25	44,25	44,5	45,0	45,25	45,5	45,0
45	44,0	43,25	46,5	42,75	43,5	44,25	43,25	43,5	44,25	44,0	44,5	44,25
2.	43,0	42,25	45,75	41,75	42,75	43,25	42,25	42,5	43,5	43,25	43,5	43,5
15	42,0	41,25	45,0	41,0	42,0	43,0	41,25	41,75	42,75	42,5	42,75	42,75
30	41,0	40,5	44,25	40,25	41,25	42,25	40,25	41,0	42,0	41,75	42,0	42,0
45	40,25	39,75	43,5	39,5	40,5	41,5	39,25	40,25	41,25	41,0	41,25	41,25
3.	39,5	39,0	42,75	38,75	39,75	40,75	38,5	39,5	40,5	40,25	40,5	40,5
15	38,75	38,25	42,0	38,0	39,0	40,0	37,75	38,75	39,75	39,5	39,75	39,75
30	38,0	37,5	41,25	37,25	38,25	39,25	37,0	38,0	39,0	38,75	39,0	39,25
45	37,25	36,75	40,5	36,5	37,75	38,75	36,25	37,5	38,25	38,0	38,25	38,75
4.	36,5	36,0	39,75	35,75	37,25	38,25	35,5	37,0	37,5	37,25	37,5	38,25
15	35,75	35,25	39,25	35,0	36,75	37,75	34,75	36,5	37,0	36,5	36,75	37,75
30	35,25	34,75	38,75	34,5	36,25	37,25	34,0	36,0	36,5	35,75	36,0	37,25
45	34,75	34,25	38,25	34,0	35,75	36,75	33,25	35,5	36,0	35,25	35,5	36,75
5.	34,25	33,75	37,75	33,5	35,25	36,25	32,75	35,0	35,5	34,75	35,0	36,25
15	33,75	33,25	37,25	33,0	34,75	35,75	32,25	34,5	35,0	34,25	34,5	35,75
30	33,25	32,75	36,75	32,5	34,25	35,25	31,75	34,0	34,5	33,75	34,0	35,25
45	32,75	32,25	36,25	32,0	33,75	34,75	31,25	33,5	34,0	33,25	33,5	34,75
6.	32,25	31,75	35,75	31,5	33,25	34,25	30,75	33,0	33,5	32,75	33,0	34,25
15	31,75	31,25	35,25	31,0	32,75	33,75	30,25	32,5	33,0	32,25	32,5	33,75
30	31,25	30,75	34,75	30,5	32,25	33,25	29,75	32,0	32,5	31,75	32,0	33,25
45	30,75	30,25	34,25	30,0	31,75	32,75	29,25	31,5	32,0	31,25	31,5	32,75
7.	30,25	29,75	33,75	29,75	31,25	32,25	28,75	31,0	31,5	30,75	31,0	32,25
15	30,0	29,25	33,25	29,5	30,75	31,75	—	30,5	31,0	30,25	30,5	31,75
30	29,75	28,75	32,75	29,25	30,5	31,5	—	30,0	30,5	30,0	30,0	31,25
45	29,5	28,5	32,25	29,0	30,25	31,25	—	29,5	30,0	29,75	29,5	30,75
8.	29,25	28,25	31,75	28,75	30,0	31,0	—	29,0	29,5	29,5	29,0	30,25
15	29,0	28,0	31,25	—	29,75	30,75	—	—	—	29,25	—	29,75
30	28,75	27,75	31,0	—	29,5	30,5			—	29,0	—	29,25
45	28,5	27,5	30,75	—	29,25	30,25	—		—	28,75	—	29,0
9.	28,25	27,25	30,5	—	29,0	30,0	—	—	—	28,5	—	28,75
15	28,0	27,0	30,25	—	—	29,75	—	—	—	28,25		—
30	27,75	26,75	30,0	—	—	29,5	—	—	—	28,0		—
45	27,5	26,5	29,75	—	—	29,25	—	—	—	27,75	—	—
10	27,25	26,25	29,5	—	—	29,0	—	—	—	27,5		—
15	27,0	26,0	29,25		—	—	—	—	—	27,25	—	—
30	26,75	25,75	29,0	—	—	—	—	—	—	27,0	—	—
45		25,5	28,75	—	—			—	—	26,75		—
11.	26,5	25,25	28,5	—	—	—	—	—	—	26,5	—	—
Temperaturabfall pro Stunde: in der 1. bis 2. Stunde	3,5	3,25	3,0	3,25	3,0	3,0	3,5	3,0	3,0	3,25	3,5	2,75
Temperaturabfall pro Stunde: während dem Temperaturintervall von 40,50 bis 31,50	2,4	2,51	2,08	2,51	2,2	2,12	2,77	2,2	2,25	2,4	2,4	2,08
Stunden, welche gebraucht wurden um dieses Intervall zu durchlaufen	3,45	2,35	4,20	3,35	4,05	4,15	3,15	4,05	4	3,45	3,45	4,20

Tabelle 7. b) Kolben mit Umhüllung.

Stunden	2. Poröse Stoffe. Leinen-Tricot											
	glatt anliegend	faltig anliegend	M. P. Z. St. faltig anliegend	glatt anliegend	faltig anliegend	M. P. Z. St. faltig anliegend	glatt anliegend	faltig anliegend	M. P. Z. St. faltig anliegend	glatt anliegend	faltig anliegend	M. P. Z. St. faltig anliegend
	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
Gewicht pr. m²	280,0			350,0			550,0			760,0		
0.	55,0	55,5	51,0	51,5	51,75	52,0	51,5	51,75	51,5	52,0	53,5	54,0
15	52,75	53,75	49,5	49,25	50,0	50,5	49,5	50,25	50,25	50,25	51,75	52,5
30	51,25	52,25	48,5	47,5	48,75	49,25	47,75	49,0	49,25	48,5	50,5	51,25
45	49,75	51,0	47,5	46,0	47,75	48,25	46,25	47,75	48,25	47,0	49,5	50,0
1.	48,25	49,75	46,5	44,75	46,75	47,25	45,0	46,75	47,25	45,75	48,5	49,0
15	46,75	48,75	45,5	43,75	45,75	46,25	43,75	45,75	46,25	44,75	47,5	48,0
30	45,5	47,75	44,75	42,75	44,75	45,25	42,5	44,75	45,5	43,75	46,5	47,0
45	44,25	46,75	44,0	41,75	43,75	44,5	41,5	43,75	44,75	42,75	45,5	46,0
2.	43,25	45,75	43,25	40,75	43,0	43,75	40,5	42,75	44,0	41,75	44,75	45,25
15	42,25	44,75	42,5	39,75	42,25	43,0	39,5	41,75	43,25	40,75	44,0	44,5
30	41,25	43,75	41,75	38,75	41,5	42,25	38,5	41,0	42,5	39,75	43,25	43,75
45	40,25	42,75	41,0	37,75	40,75	41,5	37,5	40,25	41,75	38,75	42,5	43,0
3	39,25	42,0	40,25	36,75	40,0	40,75	36,5	39,5	41,0	38,0	41,75	42,25
15	38,5	41,25	39,5	35,75	39,25	40,0	35,5	38,75	40,25	37,25	41,0	41,5
30	37,75	40,5	38,75	35,0	38,5	39,25	34,75	38,0	39,5	36,5	40,25	40,75
45	37,0	39,75	38,0	34,25	37,75	38,5	34,0	37,25	39,0	35,75	39,5	40,0
4.	36,25	39,0	37,5	33,5	37,25	37,75	33,25	36,5	38,5	35,0	38,75	39,25
15	35,5	38,25	37,0	32,75	36,75	37,25	32,5	35,75	38,0	34,25	38,0	38,5
30	34,75	37,5	36,5	32,0	36,25	36,75	31,75	35,25	37,5	33,5	37,25	38,0
45	34,0	37,0	36,0	31,25	35,75	36,25	31,0	34,75	37,0	32,75	36,5	37,5
5.	33,25	36,5	35,5	30,75	35,25	35,75	30,5	34,25	36,5	32,25	36,0	37,0
15	32,5	36,0	35,0	30,25	34,75	35,25	30,0	33,75	36,0	31,75	35,5	36,5
30	32,0	35,5	34,5	29,75	34,25	34,75	29,5	33,25	35,5	31,25	35,0	36,0
45	31,5	35,0	34,0	29,25	33,75	34,25	29,0	32,75	35,0	30,75	34,5	35,5
6.	31,0	34,5	33,5	28,75	33,25	33,75	28,5	32,25	34,5	30,25	34,0	35,0
15	30,5	34,0	33,0	—	32,75	33,25	—	31,75	34,0	29,75	33,5	34,5
30	30,0	33,5	32,5	—	32,25	32,75	—	31,25	33,5	29,25	33,0	34,0
45	29,5	33,0	32,0	—	31,75	32,25	—	30,75	33,0	28,75	32,5	33,5
7.	29,0	32,5	31,5	—	31,25	31,75	—	30,25	32,5	28,25	32,0	33,0
15	—	32,0	31,0	—	30,75	31,25	—	29,75	32,0	—	31,5	32,5
30	—	31,5	30,5	—	30,25	30,75	—	29,25	31,5	—	31,0	32,0
45	—	31,0	30,0	—	29,75	30,25	—	29,0	31,0	—	30,5	31,5
8.	—	30,5	29,75	—	29,5	30,0	—	28,75	30,75	—	30,0	31,0
15	—	30,0	29,5	—	29,25	29,75	—	28,5	30,5	—	29,5	30,75
30	—	29,5	29,25	—	29,0	29,5	—	28,25	30,25	—	29,25	30,5
45	—	29,25	29,0	—	28,75	29,25	—	28,0	30,0	—	29,0	30,25
9.	—	29,0	28,75	—	28,5	29,0	—	27,75	29,75	—	28,75	30,0
15	—	—	—	—	—	—	—	—	29,5	—	—	29,75
30	—	—	—	—	—	—	—	—	29,25	—	—	29,5
45	—	—	—	—	—	—	—	—	29,0	—	—	29,25
10.	—	—	—	—	—	—	—	—	28,75	—	—	29,0
Temperaturabfall pro Stunde in der 1. bis 6. Stunde	4,0	3,5	3,0	3,75	3,0	3,0	3,75	3,25	2,75	3,5	3,25	3,25
Temperaturabfall pro Stunde während dem Temperaturintervall von [illegible] bis [illegible]	2,92	2,25	2,2	3,49	2,25	2,25	3,49	2,4	2,08	3,0	2,85	2,16
Stunden, welche gebraucht wurden, um dieses Intervall zu durchlaufen	3,05	4	4,05	2,35	4	4	2,35	3,45	4,20	3	3,50	4,10

b) Kolben mit Umhüllung. Tabelle 8.

Stunden	Baumwolle-Etamine						Baumwolle-Tricot					
	glatt	faltig	M. P. Z. St. faltig	glatt	faltig	M. P. Z. St. faltig	glatt	faltig	M. P. Z. St. faltig	glatt	faltig	M. P. Z. St. faltig
	anliegend						anliegend					
	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74
Gewicht pr. m²	120,0			140,0			140,0			240,0		
0.	51,5	51,75	57,0	51,5	52,5	51,0	52,0	51,5	51,75	53,0	52,0	55,0
15	49,25	50,25	55,5	49,75	51,0	49,75	50,25	50,25	50,25	51,0	50,25	53,5
30	47,75	49,0	54,25	48,0	49,75	48,75	48,75	49,0	49,25	49,5	49,0	52,25
45	46,25	48,0	53,25	46,5	48,5	47,75	47,25	47,75	48,25	48,0	48,0	51,25
1.	44,75	47,0	52,25	45,0	47,5	47,0	46,0	46,75	47,25	46,75	47,0	50,25
15	43,5	46,0	51,25	43,75	46,5	46,25	44,75	45,75	46,5	45,5	46,0	49,25
30	42,25	45,0	50,25	42,5	45,5	45,5	43,5	44,75	45,75	44,5	45,0	48,25
45	41,25	44,25	49,25	41,25	44,5	44,75	42,5	43,75	45,0	43 5	44,0	47,25
2.	40,25	43,5	48,25	40,0	43,5	44,0	41,5	42,75	44,25	42,5	43,25	46,25
15	39,25	42,75	47 5	39,0	42,75	43,25	40,5	41,75	43,5	41,5	42,5	45,5
30	38 25	42,0	46,75	38,0	42,0	42,5	39,5	41,0	42,75	40,5	41,75	44,75
45	37,25	41,25	46,0	37,0	41,25	41,75	38,75	40 25	42,0	39,5	41,0	44,0
3.	36,25	40,5	45,25	36,0	40,5	41,0	38,0	39,5	41,25	38,75	40,25	43,25
15	35,5	39,75	44,5	35,25	39,75	40,25	37,25	38,75	40,5	38,0	39,5	42,5
30	34,75	39,0	43,75	34,5	39,0	39,5	36,5	38,0	40,0	37,25	38,75	41,75
45	34,0	38,25	43,0	33,75	38,25	39,0	35,75	37,25	39,5	36,5	38,0	41,0
4.	33,25	37,75	42,25	33,0	37,5	38,5	35,0	36,5	39,0	35,75	37,25	40,25
15	32,5	37,25	41,5	32,25	37,0	38,0	34,25	36,0	38,5	35,0	36,75	39,5
30	31,75	36,75	40,75	31,5	36,5	37,5	33,5	35,5	38,0	34,25	36,25	39,0
45	31,0	36,25	40,0	30,75	36,0	37,0	32,75	35,0	37,5	33,5	35,75	38,5
5.	30,5	35,75	39,5	30,0	35,5	36,5	32,0	34,5	37,0	32,75	35,25	38,0
15	30,0	35,25	39,0	29,5	35,0	36,0	31,5	34,0	36,5	32,25	34,75	37,5
30	29,5	34,75	38,5	29,0	34,5	35,5	31,0	33,5	36,0	31,75	34,25	37,0
45	29,0	34,25	38,0	28,5	34,0	35,0	30,5	33,0	35,5	31,25	33,75	36,5
6.	28,5	33,75	37,5	28,0	33,5	34,5	30,0	32,5	35,0	30,75	33,25	36,0
15	—	33,25	37,0	27,5	33,0	34,0	29,5	32,0	34,5	30,25	32,75	35,5
30	—	32,75	36,5	27,0	32,5	33,5	29,0	31,5	34,0	29,75	32,25	35,0
45	—	32,25	36,0	26,5	32,0	33,0	28,5	31,0	33,5	29,25	31,75	34,5
7.	—	31,75	35,5	26,0	31,5	32,5	28,0	30,5	33,0	28,75	31,25	34,0
15	—	31,25	35,0	—	31,0	32,0	—	30,0	32,5	—	30,75	33,5
30	—	30,75	34,5	—	30,5	31,5	—	29,5	32,0	—	30,25	33,0
45	—	30,25	34,0	—	30,0	31,0	—	29,25	31,5	—	29,75	32,5
8.	—	29,75	33,5	—	29,5	30,75	—	29,0	31,25	—	29,25	32,0
15	—	29,5	33,0	—	29,25	30,5	—	—	31,0	—	29,0	31,5
30	—	29,25	32,5	—	29,0	30,25	—	—	30,75	—	28,75	31,0
45	—	29,0	32,0	—	28,75	30,0	—	—	30,5	—	28,5	30,5
9.	—	28,75	31,5	—	28,5	29,75	—	—	30,25	—	28,25	30,25
15	—	—	31,0	—	—	29,5	—	—	30,0	—	—	30,0
30	—	—	30,75	—	—	29,25	—	—	29,75	—	—	29,75
45	—	—	30,5	—	—	29,0	—	—	29,5	—	—	29,5
10.	—	—	30,25	—	—	28,75	—	—	29,25	—	—	29,25
15	—	—	30,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	—	—	29,75	—	—	—	—	—	—	—	—	—
45	—	—	29,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11.	—	—	29,25	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Temperaturabfall pro Stunde: in der 1. bis 6. Stunde	3,75	3,0	3,25	4,0	3,25	2,75	3,75	3,25	2,75	3,75	3,0	3,25
Temperaturabfall pro Stunde: während dem Temperaturintervall von 40,5° bis 31,5°	3,27	2,2	2,04	3,48	2,25	2,08	3,0	2,35	2,0	2,92	2,25	2,08
Stunden, welche gebraucht wurden um dieses Intervall zu durchlaufen	2,45	4,05	4,25	2,35	4	4,20	3	3,50	4,30	3,05	4	4,20

Tabelle 9.

b) Kolben mit Umhüllung.

Stunden	2. Poröse Stoffe.									
	Baumwolle-Tricot			Wolle-Tricot						Leinen- u. Wolle-Tricot
	glatt	faltig	M. P. Z. St. faltig	glatt	faltig	M. P. Z. St. faltig	glatt	faltig	M. P. Z. St. faltig	faltig anliegend
	anliegend			anliegend			anliegend			
	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
Gewicht pr. m²	300,0			200,0			300,0			
0.	52,5	51,5	51,5	54,0	52,25	56,0	52,5	52,5	53,0	52,25
15	50,75	50,0	50,0	52,0	50,5	53,75	50,5	51,0	51,5	50,75
30	49,25	48,75	49,0	50,25	49,25	52,5	49,0	49,75	50,5	49,75
45	48,0	47,5	48,0	48,75	48,0	51,5	47,75	48,75	49,5	48,75
1.	47,0	46,5	47,0	47,5	47,0	50,5	46,5	47,75	48,5	47,75
15	46,0	45,5	46,0	46,25	46,0	49,5	45,5	46,75	47,5	46,75
30	45,0	44,5	45,25	45,0	45,0	48,5	44,5	45,75	46,75	45,75
45	44,0	43,75	44,5	44,0	44,0	47,5	43,5	44,75	46,0	45,0
2.	43,0	43,0	43,75	43,0	43,0	46,75	42,5	43,75	45,25	44,25
15	42,0	42,25	43,0	42,0	42,25	46,0	41,75	43,0	44,5	43,5
30	41,25	41,5	42,25	41,0	41,5	45,25	41,0	42,25	43,75	42,75
45	40,5	40,75	41,5	40,0	40,75	44,5	40,25	41,5	43,0	42,0
3	39,75	40,0	40,75	39,0	40,0	43,75	39,5	40,75	42,25	41,25
15	39,0	39,25	40,0	38,25	39,25	43,0	38,75	40,0	41,5	40,5
30	38,25	38,5	39,25	37,5	38,5	42,25	38,0	39,25	40,75	39,75
45	37,5	37,75	38,5	36,75	37,75	41,5	37,25	38,5	40,25	39,25
4.	36,75	37,0	38,0	36,0	37,0	40,75	36,5	37,75	39,75	38,75
15	36,0	36,25	37,5	35,25	36,5	40,0	35,75	37,25	39,25	38,25
30	35,5	35,75	37,0	34,5	36,0	39,5	35,0	36,75	38,75	37,75
45	35,0	35,25	36,5	34,0	35,5	39,0	34,25	36,25	38,25	37,25
5.	34,5	34,75	36,0	33,5	35,0	38,5	33,5	35,75	37,75	36,75
15	34,0	34,25	35,5	33,0	34,5	38,0	33,0	35,25	37,25	36,25
30	33,5	33,75	35,0	32,5	34,0	37,5	32,5	34,75	36,75	35,75
45	33,0	33,25	34,5	32,0	33,5	37,0	32,0	34,25	36,25	35,25
6.	32,5	32,75	34,0	31,5	33,0	36,5	31,5	33,75	35,75	34,75
15	32,0	32,25	33,5	31,0	32,5	36,0	31,0	33,25	35,25	34,25
30	31,5	31,75	33,0	30,5	32,0	35,5	30,5	32,75	34,75	33,75
45	31,0	31,25	32,5	30,0	31,5	35,0	30,0	32,25	34,25	33,25
7.	30,5	30,75	32,0	29,5	31,0	34,5	29,5	31,75	33,75	32,75
15	30,0	30,25	31,5	—	30,5	34,0	29,0	31,25	33,25	32,25
30	29,5	29,75	31,0	—	30,0	33,5	28,5	30,75	32,75	31,75
45	29,0	29,25	30,5	—	29,5	33,0	28,0	30,25	32,25	31,25
8.	28,5	28,75	30,0	—	29,0	32,5	27,5	29,75	31,75	30,75
15	—	28,5	29,75	—	28,75	32,0	—	29,5	31,25	30,25
30	—	28,25	29,5	—	28,5	31,5	—	29,25	30,75	30,0
45	—	28,0	29,25	—	28,25	31,0	—	29,0	30,25	29,75
9.	—	27,75	29,5	—	28,0	30,5	—	28,75	30,0	29,5
15	—	—	28,75	—	—	30,25	—	—	29,75	29,25
30	—		28,5	—	—	30,0	—	—	29,5	29,0
45	—	—	28,25	—	—	29,75	—	—	29,25	28,75
10.	—	—	28,0	—	—	29,5	—	—	29,0	28,5
Temperaturabfall pro Stunde: in der 1. bis 6. Stunde	3,25	3,0	3,0	3,75	3,25	3,25	3,25	3,0	3,0	3,0
Temperaturabfall pro Stunde: während dem Temperaturintervall von 40,5° bis 31,3°	2,4	2,4	2,16	2,65	2,3	2,05	2,7	2,25	2,0	2,08
Stunden, welche gebraucht wurden, um dieses Intervall zu durchlaufen	$3,^{15}$	$3,^{45}$	$4,^{10}$	$3,^{25}$	$3,^{55}$	$4,^{25}$	$3,^{20}$	4	$4,^{30}$	$4,^{20}$

Tabelle 10.

Zusammenstellung der Durchschnitts-Kasten- und Zimmertemperaturen.

Versuchs-Nummer	Anfangs-temperatur	Kasten- Temperatur während der ganzen Versuchszeit			Zimmer- Temperatur während der ganzen Versuchszeit			Kasten- Temperatur während dem Intervall von 40,5° bis 31,5°			Zimmer- Temperatur während dem Intervall von 40,5° bis 31,5°		
		Max.	Min.	Mittel	Max.	Min.	Mittel	Max.	Min	Mittel	Max.	Min.	Mittel
a) Kolben ohne Umhüllung.													
1	16,5	20,0	17,5	18,5	20,0	16,5	17,5	18,25	17,75	18,0	18,0	17,5	17,75
2	15,0	19,75	17,5	18,0	20,0	15,0	17,5	17,75	17,5	17,5	17,5	17,0	17,5
3	18,0	21,75	20,0	20,5	20,0	18,0	18,5	21,25	20,0	20,5	19,0	18,0	18,5
4	16,5	22,0	19,0	20,5	18,0	16,5	17,75	21,5	20,5	21,0	18,0	17,5	17,75
5	19,5	25,25	22,5	23,0	22,25	19,5	20,75	24,75	23,0	24,0	20,5	20,0	20,25
6	15,5	21,75	19,75	20,25	20,0	16,0	17,75	21,5	20,5	20,75	17,5	16,0	16,75
7	18,5	24,0	20,75	22,0	20,5	18,5	19,25	23,75	21,75	22,75	19,25	18,75	19,0
b) Kolben mit Umhüllung.													
1	16,0	20,5	18,5	19,25	19,5	16,0	17,0	20,5	19,5	20,0	17,0	16,0	16,75
2	19,0	24,0	21,0	22 0	20,5	18,5	19,25	23,75	22,0	22,75	19,0	18,5	18,75
3	15,5	21,75	19,5	20,0	20,0	15,5	17,0	20,5	20,0	20,25	17,0	15,5	16,75
4	13,25	18,25	17,5	17,75	17,5	13,5	15,5	18,25	17,5	17,75	15,0	13,0	14,25
5	15,25	21,0	19,25	19,75	18,5	16,0	17,5	20,75	19,75	20,0	17,5	16,0	16,75
6	19,0	24,25	21,25	22,25	20,0	19,0	19,5	23,5	22,0	22,75	19,75	19,0	19,25
7	13,0	18,25	16,25	16,75	19,0	12,5	15,25	17,25	16,5	16,75	14,0	12,5	13,0
8	20,5	25,25	22,0	23,25	21,5	20,0	20,5	24,75	22,5	23,5	21,0	20,0	20,25
9	15,5	20,5	18,0	19,0	17,0	16,0	16,5	20,5	19,25	19,75	17,0	16,0	16,5
10	18,25	24,0	20,25	21,75	19,0	18,25	18,75	23,25	21,5	22,25	18,75	18,5	18,5
11	19,0	23,75	22,5	22,5	22,25	19,0	20,5	23,5	22,25	22,75	20,5	19,25	19,75
12	15,5	21,5	19,0	19,75	18,0	15,5	16,75	21,0	19,75	20,25	17,0	16,25	16,5
13	15,5	20,25	19,0	19,25	20,0	15,5	17,0	20,0	19,0	19,5	16,5	16,0	16,0
14	18,0	23,25	21,0	21,5	21,25	18,0	19,0	22,5	21,25	21,75	18,75	18,0	18,25
15	15,0	20,5	18,75	19,25	16,5	15,0	15,25	20,25	19,0	19,5	16,0	15,5	15,75
16	16,5	21,0	20,0	20,75	19,0	16,5	18,0	21,0	20,5	21,0	19,0	18,0	18,75
17	20,0	25,25	23,0	22,75	23,0	19,5	21,0	24,25	23,25	23,75	21,25	20,0	20,5
18	21,25	25,75	23,75	24,5	23,5	21,25	22,25	25,25	24,0	24,5	22,5	21,5	22,0
19	20,5	24,75	22,25	23,25	21,0	20,5	21,0	24,75	23,25	24,0	21,0	20,5	20,75
20	15,25	21,5	19,0	19,5	19,0	15,0	16,25	21,0	19,25	20,0	16,0	15,0	15,75
21	16,0	21,5	18,75	20,0	19,25	16,0	17,0	21,25	19,75	20,5	17,0	16,0	16,5
22	19,0	22,75	20,0	21,5	19,5	17,5	18,75	22,25	20,5	21,5	19,5	17,5	18,5
23	16,75	22,5	20,5	20,75	21,25	17,0	18,25	22,0	20,75	21,25	18,0	17,0	17,5
24	17,0	22,5	21,0	21,25	20,75	17,0	18,75	22,0	21,0	21,5	19,0	17,0	18,0
25	17,0	22,5	20,75	21,25	22,0	17,0	18,75	22,0	21,0	21,25	18,5	17,0	17,75
26	16,5	20,75	20,0	20,25	21,25	16,5	18,0	20,25	20,0	20,0	19,75	17,0	18,0
27	18,0	22,75	21,0	21,5	22,75	18,0	19,0	22,5	21,0	21,5	19,25	18,0	18,5
28	17,25	23,0	20,5	21,5	20,75	17,25	18,75	22,75	21,25	21,75	18,75	18,0	18,25
29	15,5	21,75	18,75	20,0	18,5	15,25	16,5	21,0	19,25	20,0	16,0	15,25	15,5
30	18,5	23,75	21,5	22,25	21,0	18,5	19,5	23,25	21,75	22,5	19,25	18,5	19,0
31	19,0	24,5	21,75	22,5	22,0	18,25	19,75	23,5	21,75	22,5	20,5	18,25	19,25
32	20,0	24,0	22,5	23,0	21,75	20,0	20,5	23,5	22,5	23,0	21,0	20,5	20,75
33	14,0	19,5	17,0	18,0	14,5	13,5	14,0	19,0	17,5	18,25	14,25	13,5	14,0
34	14,75	19,75	18,25	19,25	18,5	14,75	17,0	19,75	19,5	19,5	18,5	16,5	17,75
35	14,5	19,25	17,5	18,25	18,25	14,5	15,75	18,5	18,0	18,0	16,0	14,75	15,25
36	17,0	22,5	19,75	20,75	17,25	16,25	16,75	21,75	20,25	20,75	17,0	16,25	16,75
37	14,0	18,5	17,0	17,75	15,0	13,0	14,25	18,5	17,5	18,0	14,5	13,75	14,25
38	14,0	19,25	17,0	17,5	15,0	14,0	14,5	18,5	17,25	17,5	15,0	14,0	14,5
39	19,0	24,75	22,25	22,5	22,5	19,0	20,5	24,0	22,5	23,25	20,0	19,25	19,75

Versuchs-Nummer	Anfangs-temperatur	Kasten-Temperatur während der ganzen Versuchszeit			Zimmer-Temperatur während der ganzen Versuchszeit			Kasten-Temperatur während dem Intervall von 40,5° bis 31,5°			Zimmer-Temperatur während dem Intervall von 40,5° bis 31,5°		
		Max	Min	Mittel	Max.	Min	Mittel	Max.	Min.	Mittel	Max.	Min.	Mittel
b) Kolben mit Umhüllung.													
40	11,5	18,0	15,0	16,75	17,75	11,5	15,25	17,0	16,5	16,5	15,5	12,5	13,75
41	14,75	19,25	17,75	18,0	18,25	14,75	15,5	18,25	17,75	18,0	15,75	14,75	15,0
42	18,0	22,5	20,25	21,5	20,5	17,5	18,75	22,5	20,75	21,75	20,5	17,75	18,75
43	16,5	21,25	19,75	20,5	17,5	16,5	17,25	21,25	20,0	20,5	17,5	17,0	17,25
44	14,25	19,25	17,25	18,25	20,0	14,25	16,25	18,5	18,25	18,25	17,0	14,5	15,5
45	13,5	19,25	17,5	18,5	15,5	13,5	14,5	19,25	17,75	18,5	15,5	14,25	14,75
46	14,75	20,0	18,0	19,0	17,5	14,75	16,25	20,0	18,5	19,25	17,25	15,5	16,5
47	12,25	17,0	12,25	16,0	13,75	11,75	12,5	16,25	15,5	15,75	13,0	11,75	12,5
48	19,5	24,0	21,5	22,5	20,75	19,5	20,0	23,75	22,5	23,0	20,5	20,0	20,25
49	13,0	17,75	16,0	16,75	14,25	13,0	13,75	17,25	16,5	16,75	14,25	13,5	13,75
50	13,0	18,0	16,25	16,75	14,5	12,75	13,5	17,5	16,25	16,75	14,0	12,75	13,25
51	15,0	21,5	18,25	19,75	15,75	15,0	15,25	21,0	18,75	19,75	15,5	15,0	15,0
52	15,25	20,5	18,0	19,25	16,75	15,0	15,75	19,75	18,5	19,25	16,75	15,0	15,75
53	13,0	17,5	16,0	16,75	14,0	13,0	13,25	17,25	16,25	16,5	13,75	13,0	13,25
54	12,5	18,25	16,75	17,25	14,25	12,75	13,25	18,25	17,0	17,5	13,5	12,75	13,0
55	14,75	19,75	18,0	19,0	18,0	14,75	16,5	19,75	19,0	19,5	18,0	16,0	17,0
56	13,0	17,75	16,5	17,0	15,25	13,0	13,75	17,25	16,75	16,75	14,5	13,0	13,75
57	12,25	18,25	16,25	17,25	13,0	12,5	12,75	18,25	16,75	17,5	13,0	12,5	12,75
58	13,0	18,75	17,5	18,0	16,25	13,0	14,5	18,5	18,25	18,25	16,25	14,0	15,25
59	14,0	18,0	16,75	17,25	16,25	14,0	14,5	17,75	17,0	17,25	15,25	14,0	14,5
60	14,0	20,5	17,75	19,0	14,5	14,0	14,25	20,0	18,25	19,25	14,5	14,0	14,25
61	14,5	19,25	16,75	18,0	15,25	13,75	14,5	18,75	17,25	18,0	15,25	13,75	14,5
62	13,0	18,0	16,0	17,5	17,75	13,0	15,25	17,75	17,5	17,5	19,0	18,5	18,5
63	14,5	19,5	17,25	18,0	15,25	14,0	14,75	19,25	17,5	18,25	15,25	14,75	15,0
64	15,0	19,75	18,5	19,25	17,75	14,75	16,75	19,75	19,25	19,5	17,75	17,0	17,25
65	15,0	19,25	17,5	18,25	17,0	14,75	15,0	18,25	17,75	18 0	16,75	14,75	15,5
66	12,0	18,5	16,5	17,25	14,5	12,0	13,0	18,0	17,0	17,5	13,25	12,25	12,75
67	14,5	19,5	18,0	18,5	16,25	14,5	15,5	19,0	18,25	18,5	16,0	14,75	15,25
68	15,5	19,75	18,0	18,5	16 5	15 5	16,0	19,5	18,5	19,0	16,5	15,75	16,0
69	14,75	19,75	17,25	18,5	15,75	14,0	14,75	19,5	18,0	18,75	15,25	14,0	14,5
70	12,5	17,75	16,0	16,5	14,25	12,5	13,25	17,5	16,0	16,25	14,0	12,5	13,25
71	15,0	18,75	17,25	18,0	16,0	14,5	15,25	18,5	17,5	18,0	15,25	15,0	15,0
72	15,25	21,0	18,0	19,5	17,75	14,25	16,0	20,75	19,0	20,0	17,0	15,0	16,0
73	13,5	18,5	16,75	17,5	15,25	13,5	14,25	18,0	17,0	17,25	14,5	14,0	14,25
74	12,25	17,0	15,5	16,75	15,75	12,5	14,0	17,0	16,5	16,75	15,75	13,25	14,25
75	14,75	20,5	17,75	19,25	17,25	14,0	15,75	20,25	18,5	19,25	17,25	14,75	16,0
76	12,5	17,25	15,75	16,5	14,0	12,5	13,0	17,25	16,0	16,5	13,25	12,75	13,0
77	12,25	17,25	15,25	16,0	17,25	12,0	13,5	16,0	15,75	15 75	14,75	12,25	13,25
78	15,75	22,0	18,75	20,5	17,0	15,0	16,0	21,25	19,0	20,0	16,5	15,0	16,0
79	12,75	18,0	16,5	17,5	15,75	12,75	14,5	17,75	17,5	17,75	15,75	14,0	14,75
80	13,25	18,25	16,75	17,5	15,75	13,25	14,5	17,75	17,0	17,25	15,5	13,75	14,25
81	15,75	21,25	18,0	19,75	17,75	14,0	15,75	20,75	18,75	19,75	17,0	14,75	15,75
82	12,75	18,0	16,25	17,0	15,5	13,0	14,0	17,75	16,75	17,25	14,5	13,5	13,75
83	13,5	18,0	15,75	16,75	15,0	13,5	13,75	17,5	16,25	16,75	14,0	13 5	13,75
84	11,75	16,75	15,0	15,75	15,0	11,75	13,0	16,5	15,25	15,75	13,25	12,5	13,0

Beschreibung der untersuchten Stoffe. Tabelle 11.

Versuchs-Nr.	Annähernd. des Gewicht pr. m²	Fadenzahl und Garn-Nummer		Bezugsqnelle	
					A Dichte Stoffe.
1	150,0	Kette 21 Schuss 18	30? 30?	Gebr. Schmid Zürich	Glattes Leinen-Gewebe.
2	220,0	Kette 1720	30	Grau Gustav Fnlda	Kneipp's Hansmacherleinen, Handweberei.
3	230,0	Kette 19 Schuss 15	20? 24?	Gebr. Schmid Zürich	Glattes Leinengewebe.
4	230,0	Kette 1720	30	Schlier Karl Würzburg	Glattes Leinengewebe. Handweberel.
5	240,0	Kette 15 Schuss 13	20? 20?	Gebr. Schmid Zürich	Glattes Leinengewebe.
6	240,0	Kette 12 Schnss 12		Ehring M. F. Münster	Schlichtes (gewöhnliches) Leinen.
7	260,0	Kette 1280	18	Schlier Karl Würzburg	Glattes Leinengewebe. Handweberel.
8	270,0	Kette 1280	18	Grau Gustav Fulda	Kneipp's Hausmacherleinen, Handweberei.
9	300,0	Kette 1120	14	Schlier Karl Würzbnrg	Glattes Leinengewebe. Handweberel.
10	310,0	Kette 11 Schuss 10		Ehring M. F. Münster	Schlichtes (gewöhnliches) Leinen.
11	320,0	Kette 1120	14	Grau Gustav Fulda	Kneipp's Hansmacherleinen, Handweberei.
12	350,0	Kette 10 Schuss 9		Ehring M. F. Münster	Schlichtes (gewöhnliches) Leinen.
13	430,0	Kette 13 Schuss 12	8 8	Schlier Karl Würzbnrg	Reistenleinen. Handweberel. Auf der Wiese gebleicht. Weder Appretur noch Füllnng.
14/16	130,0	Kette 30 Schnss 25	36? 40?	Gebr. Schmid Zürich	Glattes Leinengewebe.
17	110,0	Kette 28 Schuss 32	50 60	ditto	Glattes Baumwollgewebe. Mako Egypt.
18	120,0	Kette 26 Schuss 26	50 40	ditto	Glattes Baumwollgewebe. Mako Egypt.
19	140,0	Kette 30 Schuss 30	22 22	ditto	Glattes Baumwollgewebe. Amerikanische Baumwolie.
20	200,0	Kette 16 Schuss 14	12 12	ditto	Glattes Banmwollgewebe. Amerikanische Baumwolle.
21/22	170,0	Kette 16 Schnss 14	16 16	ditto	Glattes Baumwollgewebe. Amerikanische Baumwolie.

Versuchs-Nr.	Annähernde des Gewicht pr. m²	Fadenzahl und Garn-Nummer	Bezugsquelle	
23	200,0		Wiedersheim Gustav, Zürich	Flanelle fixe. Merinogewebe.
24	260,0		ditto	Flanelle fixe. Merinogewebe.
25/26	230,0		ditto	Flanelle fixe. Merinogewebe.
				B. Poröse Stoffe.
27	230,0	Marke R.	Mech. Leinenspinnerei Memmingen	Flechtgewebe, ein auf dem mechanischen Webstuhle aus kernhaftem Flachsreistengarn hergestelltes, festgefügtes Leinengewebe in eigenthümlicher Anordnung der Bindung, welche bewirkt, dass das in gleicher Fadendichtheit und Fadenfeinheit für eine feinere Leibwäsche hergestellte Gewebe dennoch, infolge der übereinandergehenden flechtartigen Lagerung der Fäden, ein poröses, durchlässiges, anscheinend gröberes Leinen darstellt.
28	250,0	Kette 6 Schuss 6	Ehring M. F. Münster	Leinen in Flechtgewebe. Ungezwirnt doppelfädig in Kette und Schuss.
29	280,0	Kette 12 Schuss 12	ditto	
30	300,0	Marke O. (naturgrau)	Mech. Leinen-Spinnerei Memmingen	Flechtgewebe. (Vid. 27).
31/32	170,0	Marke S.	Patent-Flachs-Wirkerei Köln	Patentmaschenstoff. Rundstuhlgewebe. Es häckeln stets zwei Fäden an einer Masche und diese verbindet sich bei jedem Umgange wieder mit ihren Nebenmaschen links und rechts in der Art, dass an einer einzelnen Masche 6 Fäden arbeiten.
33/35	130,0	Marke Nr. 184	Grünfeld F. V. Landeshut	Leinen-Tricot, aus edelstem Flachsgarn und in feinster Nummer gearbeitet. Fäden 3fach (gezwirnt).
36/38	130,0		Augsburger Mech. Tricotwaarenfabrik	Leinen-Tricot.

Versuchs-Nr.	Annähernde Gewicht pr. m²	Fadenzahl und Garn-Nummer		Bezugsquelle	
39/41	140,0	Kette 15 Schuss 12	20? 20?	Grünfeld F. V. Landeshut	Glattes, durchlässiges Gewebe: Ventilations- oder Gesundheitsleinen.
42/44	190,0	Marke Nr. 186		ditto	Leinen-Tricot. (Vid. 33)
45/47	240,0	Marke W.		Patent-Flachs-Wirkerei Köln	Patent Maschenstoff. (Vid. 31).
48/50	250,0	Marke O (weiss)		Mech. Leinenspinnerei Memmingen	Flechtgewebe. (Vid. 27).
51/53	280,0			Augsburger Mechanische Tricotwaarenfabrik	Leinen-Tricot (ungebleicht).
54/56	350,0				Leinen-Tricot.
57/59	550,0				
60/62	760,0				
63/65	120,0	Kette 35 Schuss 35	auf 1 engl. □"	Bank E. F. Bielefeld	Ventilationsstoff, siebartiges Gewebe (Etamine) aus egyptischer Makobaumwolle und 3fach gezwirntem Garne.
66/68	140,0	Kette 30 Schuss 30			
69/71	140,0	2fädig		G. Wizemann (H. Heinzelmann) Reutlingen	Dr. Lahmann's Baumwoll-Tricot.
72/74	240,0	3fädig			
75/77	300,0	Patentgestrickt			
78/80	200,0	Kammgarn		Wilhm. Benger Söhne Stuttgart	Dr. G. Jäger's Wolle-Tricot.
81/83	300,0	Streichgarn			
84					Erste Lage: Leinen-Tricot. (Vid. 33). Zweite Lage: Wolle-Tricot. (Vid. 78).

NB. Die Angaben über die Gewebeart stammen aus der resp. Fabrik. Bei den von Gebr. Schmid, Zürich, Ehring M. F., Münster, Grünfeld F. V. bezogenen Leinenstoffen konnten bezüglich Fadenzahl und Garnnummern keine Angaben erhalten werden. Die Fäden wurden von einem Gewebekundigen mit der Lupe (franz. □") gezählt und die Garnnummern abgeschätzt.

Tabelle 12.

Zusammenstellung des Temperaturabfalles pro Stunde
(für das Intervall von 40,5° bis 31,5°).

Tab.-Nr.	Ordngs.-Nr.	Qualität	Gewicht	Glatt aufliegend	Ordngs.-Nr.	faltig aufliegend	Ordngs.-Nr.	M. P. Z. St. aufliegend	Bezugsquelle
				1. Leinen.					
14	1	Dichtes Gewebe	130,0	3,86	2a	2,51	4a	2,12	Gebr. Schmid, Zürich.
54	2	Tricot	350,0	3,49	6a	2,25	1a	2,25	Pfersee-Augsburg.
57	3	Tricot	550,0	3,49	3a	2,40	5a	2,03	Pfersee-Augsbnrg
4	4	Dichtes Gewebe	230,0	3,48	—	—	—	—	Schlier, Würzburg.
7	5	Dichtes Gewebe	260,0	3,37	—	—	—	—	Schlier, Würzburg.
33	6	Tricot	130,0	3,27	5	2,30	6	2,0	Grünfeld, Landeshut (Nr. 184).
29	7	Ventilatiousstoff	280,0	3,09	—	—	—	—	Ehring, Münster.
3	8	Dicbtes Gewebe	230,0	3,0	—	—	—	—	Gebr. Schmid, Zürich.
60	9	Tricot	760,0	3,0	4	2,35	3	2,16	Pfersee-Augsbnrg.
1	10	Dichtes Gewebe	150,0	2,92	—	—	—	—	Gebr. Schmid, Zürich.
13	11	Dichtes Gewebe	430,0	2,92	—	—	—	—	Schlier, Würzburg.
51	12	Tricot	280,0	2,92	6b	2,25	2	2,20	Pfersee-Angsbnrg.
5	13	Dicbtes Gewebe	240,0	2,84	—	—	—	—	Gebr Schmid, Zürich.
12	14	Dicbtes Gewebe	350,0	2,84	—	—	—	—	Ehring, Münster.
45	15	Tricot	240,0	2.77	7a	2,20	1b	2,25	Pat.-Flachs-Wirkerei Köln(W).
9	16	Dichtes Gewebe	300,0	2,70	—	—	—	—	Schlier, Würzburg.
36	17	Tricot	130,6	2,63	1	2,57	4b	2,12	Pfersee-Augsburg.
2	18	Dichtes Gewebe	220,0	2,57	—	—	—	—	Grau, Fulda.
28	19	Ventilationsstoff	250,0	2,57	—	—	—	—	Ebring, Münster.
6	20	Dichtes Gewebe	240,0	2,51	—	—	—	—	Ehring, Münster.
10	21	Dicbtes Gewebe	310,0	2,51	—	—	—	—	Ehring, Münster.
42	22	Tricot	190,0	2,51	7b	2,20	4c	2,12	Grünfeld, Landeshut (Nr. 186).
27	23	Flechtgewebe	230,0	2,41	—	—	—	—	Memmingen (R).
48	24	Flechtgewebe	250,0	2,40	3b	2,40	5c	2,08	Memmingen (O weiss).
30	25	Flechtgewebe	300,0	2,40		—	—	—	Memmingen (O natnrgrau).
39	26	Ventilationsstoff	140,0	2,40	2b	2,51	5b	2,08	Grünfeld, Landeshut.
31	27	Tricot	170,0	2,40	—	—	7	1,66	Pat.-Flachs-Wirkerei Köln (S).
11	28	Dichtes Gewebe	320,0	2,30	—	—	—	—	Grau, Fulda.
8	29	Dichtes Gewebe	270,0	2,20	—	—	—	—	Grau, Fulda.
				2. Baumwolle.					
66	1	Ventilationsstoff	140,0	3,48	3a	2,25	2a	2,08	Bank, Bielefeld (W. B)
63	2	Ventilationsstoff	120,0	3,27	4	2,20	3	2,04	Bank, Bielefeld (L. S. B.)
20	3	Dichtes Gewebe	200,0	3,0	—	—	—	—	Gebr. Schmid, Zürich.
69	4	Tricot	140,0	3,0	2	2,35	4	2,0	Dr. Lahmann, 2fäd. Sommerqual.
72	5	Tricot	240,0	2,92	3b	2,25	2b	2,08	Dr. Lahmann, 3fäd Winterqual.
21	6	Dichtes Gewebe	170,0	2,70	—	—	5	1,80	Gebr. Schmid, Zürich.
19	7	Dichtes Gewebe	140,0	2,40	—	—	—	—	Gebr. Schmid, Zürich.
75	8	Tricot	300,0	2,40	—	—	—	—	Dr. Lahmann, Patentgestrickt (Winterqualität).
17	9	Dichtes Gewebe	110,0	2,35	1	2,40	1	2,16	Gebr. Schmid, Zürich.
18	10	Dichtes Gewebe	120,0	2,12	—	—	—	—	Gebr. Schmid, Zürich.
				3. Wolle.					
81	1	Tricot	300,0	2,70	1	2,25	2	2,0	Dr. Jäger (Winterqnalität).
78	2	Tricot	200,0	2 65	2	2,30	1	2,05	Dr. Jäger (Sommerqualität K).
23	3	Flanelle	200,0	2,41	—	—	—	—	Gustav Wiedersheim, Zürich.
25	4	Flanelle	230,0	2,41	—	—	3	1,71	Gustav Wiedersheim, Zürich.
24	5	Flanelle	260,0	2,40	—	—	—	—	Gustav Wiedersheim, Zürich.
				4. Leinen- nnd Wolle-Tricot (Grünfeld's Nr. 184 und Dr. Jäger's K).					
84	—		—	—	—	2,08	—	—	

Zusammenstellung der Mittelzahlen des Temperaturabfalles für die verschiedenen Typen der untersuchten Gewebe. Tabelle 13

	Zahl der Proben	Temperaturabfall pro Stunde		Stunden, welche gebraucht wurden, um dieses Intervall zu durchlaufen
		in der 1. bis 6. Stunde	während dem Temperaturintervall von 40,5° bis 31,5°	
A. Dichte Stoffe.				
1. Dem Kolben glatt aufliegend.				
Leinen	14	3,54	2,84	3,^{13}
Baumwolle	5	3,40	2,51	3,^{38}
Wolle	3	3,33	2,41	3,^{42}
Mittel	—	3,42	2,59	3,^{31}
2. Dem Kolben faltig aufliegend				
Leinen	1	3,25	2,51	3,^{35}
3. Dem Kolben faltig aufliegend mit Einlage von Patent-Zellenstoff.				
Leinen	1	2,75	2,12	4,^{15}
Baumwolle	1	2,5	1,80	5
Wolle	1	2,75	1,71	5,^{15}
Mittel	—	2,67	1,88	4,^{50}
Total.				
Leinen	—	3,18	2,5	3,^{41}
Baumwolle	—	2,95	2,15	4,^{19}
Wolle	—	3,04	2,06	4,^{29}
Mittel	—	3,06	2,30	4,^{10}
B. Poröse Stoffe.				
1. Dem Kolben glatt aufliegend.				
Leinen: Tricot	7	3,61	3,04	3,^{08}
Leinen: Patent-Maschenstoff	2	3,5	2,58	3,^{30}
Leinen: Flechtgewebe	3	3,25	2,40	3,^{43}
Leinen: Ventilationsgewebe	3	3,58	2,69	3,^{23}
Mittel	—	3,49	2,68	3,^{25}
Baumwolle: Etamine	2	3,87	3,37	2,^{40}
Baumwolle: Tricot	3	3,58	2,77	3,^{17}
Mittel	—	3,72	3,07	2,^{50}
Wolle-Tricot	2	3,5	2,67	3,^{22}
Total-Mittel	—	3,57	2,80	3,^{15}

	Zahl der Proben	Temperaturabfall pro Stunde: in der 1. bis 6. Stunde	Temperaturabfall pro Stunde: während dem Temperaturintervall von 40,50 bis 31,50	Stunden, welche gebraucht wurden, um dieses Intervall zu durchlaufen
2. Dem Kolben faltig aufliegend.				
Leinen: Tricot	7	3,18	2,33	3,52
Leinen: Patent-Maschenstoff	1	3,0	2,20	4,05
Leinen: Flechtgewebe	1	3,5	2,40	3,45
Leinen: Ventilationsgewebe	1	3,25	2,51	3,35
Mittel	—	3,23	2,36	3,49
Baumwolle: Etamine	2	3,12	2,22	4,02
Baumwolle: Tricot	3	3,08	2,33	3,52
Mittel	—	3,10	2,28	3,57
Wolle-Tricot	2	3,12	2,28	3,58
Total-Mittel	—	3,23	2,31	3,55
3. Dem Kolben faltig aufliegend mit Einlage von Patent-Zellenstoff.				
Leinen: Tricot	7	3,0	2,17	4,14
Leinen: Patent-Maschenstoff	2	2,87	1,95	4,42
Leinen: Flechtgewebe	1	2,75	2,08	4,20
Leinen: Ventilationsgewebe	1	3,0	2,08	4,20
Mittel	—	2,91	2,07	4,24
Baumwolle: Etamine	2	3,0	2,06	4,22
Baumwolle: Tricot	3	3,0	2,08	4,20
Mittel	—	3,0	2,07	4,21
Wolle Tricot	2	3,12	2,02	4,27
Total-Mittel	—	3,01	2,04	4,24
4. Leinen- und Wolle-Tricot.				
dem Kolben faltig aufliegend	—	3,0	2,08	4,20
Total der porösen Stoffe.				
Leinen	—	3,31	2,54	3,53
Baumwolle	—	3,27	2,47	3,33
Wolle	—	3,25	2,33	3,56
Mittel	—	3,28	2,45	3,47
C. Dichte und poröse Stoffe. 1. Dem Kolben glatt aufliegend.				
Leinen	—	3,51	2,76	3,19
Baumwolle	—	3,56	2,79	3,18
Wolle	—	3,42	2,54	3,32
Mittel	—	3,5	2,7	3,23

	Zahl der Proben	Temperaturabfall pro Stunde		Stunden, welche gebraucht wurden, um dieses Intervall zu durchlaufen
		in der 1. bis 6. Stunde	während dem Temperaturintervall von 40,5° bis 31,5°	
2. Dem Kolben faltig aufliegend.				
Leinen	—	3,24	2,44	3,42
Baumwolle	—	3,10	2,28	3,57
Wolle	—	3,12	2,28	3,58
Mittel	—	3,15	2,33	3,52
3. Dem Kolben faltig aufliegend mit Einlage von Patent-Zellenstoff.				
Leinen	—	2,83	2,10	4,20
Baumwolle	—	2,75	1,93	4,40
Wolle	—	2,93	1,86	4,51
Mittel	—	2,84	1,96	4,37
Total.				
Leinen	—	3,19	2,43	3,47
Baumwolle	—	3,14	2,33	3,58
Wolle	—	3,15	2,23	4,07
Mittel	—	3,16	2,33	3,57